LA NATURE

REVUE DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS

L'ÉQUIPEMENT HYDRO-ÉLECTRIQUE DU MAROC

Le barrage d'Im'Fout, sur l'Oum-er-Rebia, est aussi la clé du plus vaste aménagement hydro-agricole

(Photo J. Belin).

N° 3220 — Août 1953 Revue mensuelle Le Numéro : 200 francs

Actualités et informations

Nouveau gisement de nickel et de cobalt à Cuba

La production de nickel dans le monde est assurée pour 80 pour 100 environ par le Canada. Elle provient en majeure partie des mines de la région de Sudbury dans l'Ontario.

On vient d'annoncer la découverte à Cuba d'un important gisement. On estime qu'il pourra fournir 40 millions de tonnes de minerai contenant en moyenne 1,35 pour 100 de nickel et 0,14 pour 100 de cobalt. Il est situé à Moa Bay, à environ 70 km de Nicaro où se trouve une mine qui a déjà fourni quelques milliers de tonnes de nickel. Le nouveau gisement est constitué par de la latérite minéralisée en nickel et cobalt. On doit construire une usine capable de fournir annuellement, à partir de ces minerais, environ 14 000 t de nickel et 1 400 t de cobalt.

La réalisation de ces projets assurerait à Cuba la seconde place dans le monde comme pays producteur de nickel.

* * *

Une des particularités de la centrale hydroélectrique de Hjälta (Suède septentrionale), qui utilise une chute de 86 m de hauteur, est l'emplacement souterrain de la salle des machines qui se trouve à 89 m au-dessous du niveau du sol. Par suite de cette disposition, l'évacuation de l'eau des turbines a nécessité la construction d'un ouvrage exceptionnel : le canal de sortie passe sous la montagne par un tunnel d'un peu plus de 6 km de long afin de retrouver en aval, à un niveau convenable, le cours inférieur de la rivière Angermanälven. Cette centrale comporte actuellement deux groupes générateurs constitués chacun par une turbine de 90 000 ch et un alternateur de 65 000 kVA.

* * *

Une firme américaine offre maintenant du sodium sous une forme à la fois très réactive et facile à manipuler et transporter. Elle consiste à revêtir d'une mince couche de sodium métallique des matières inertes telles que du sel, du carbonate de soude, du carbone, de l'alumine, de la silice, etc. L'augmentation de surface ainsi obtenue facilite l'entrée en réaction du sodium, ce dont bénéficieront de nombreuses techniques de fabrications chimiques, notamment dans le domaine des produits organiques.

SOMMAIRE

L'ÉQUIPEMENT HYDROÉLECTRIQUE DU MAROC

PNEUMATIQUES SANS CHAMBRE A AIR

LES LAPINS ET LA MYXOMATOSE

TENDANCES NOUVELLES DE LA GIRAVIATION

LE DÉSHERBAGE DES CÉRÉALES

LES ILES ZEMBRA ET ZEMBRETTA

L'ATMOSPHÈRE, DOMAINE DE LA MÉTEOROLOGIE (3)

DES TERMITES A PARIS

PUNAISES AUX MŒURS CURIEUSES

LA TOISE, ANCIEN ÉTALON DE LONGUEUR

POUR VOIR LA COULEUR DES SIGNAUX

Un Centre d'information de l'Etain à Paris

Sous les auspices du Tin Research Institute de Londres, il vient d'être créé à Paris, 62, avenue d'Iéna, un Centre d'Information de l'Étain. Cet organisme est destiné à donner aux industriels français les renseignements, informations et conseils techniques dont ils peuvent avoir besoin, tout en mettant à leur disposition une documentation complète sur toutes les questions concernant l'étain et ses alliages. Ce centre, qui est financé par les producteurs d'étain et administré par des délégués nommés par différents gouvernements représentant l'industrie minière de l'étain, a déjà organisé une Journée de l'Étain qui s'est tenue en mars 1953 à la Maison de la Chimie, à Paris.

* * *

La production mondiale d'aluminium aurait atteint près de 1 900 000 t en 1952, ce qui constitue un chiffre record. On estime que le développement des usines actuellement en projet pourrait d'ici peu d'années augmenter encore ce chiffre de près de 50 pour 100.

La production du sisal en Afrique française

Les besoins de la France en sisal, dont les fibres dures servent à la confection de cordages, ficelle lieuse, sacs, etc., se montent à environ 50 000 t. L'Afrique noire (A.O.F., Comores, Madagascar, Oubangui-Chari) doit en fournir la majeure partie. On travaille à l'augmentation des rendements, plus faibles actuellement qu'au Tanganyika, et à l'extension des plantations, notamment à Madagascar et en Oubangui. Dans cette dernière région, la production est passée de 400 t en 1945 à 1 500 t en 1951 : on compte atteindre 15 000 t quand les plantations seront en plein rapport, vers 1955. En particulier, une exploitation géante de 5 000 ha d'un seul tenant (Pombolo) portera à 8 000 ha la surface totale en rapport. Dès à présent se pose le problème de la main-d'œuvre : au recrutement temporaire d'indigènes venus du Tchad se substituera un jour prochain une mécanisation progressive.

* * *

De nouvelles usines de papier sont édifiées en Finlande. L'usine de papier Kraft de Kotha est équipée de machines débitant une bande de 5,20 m de large à raison de 600 m par minute ; sa capacité de production est de 400 t par jour. L'usine de Kaipola est prévue pour une production annuelle de 70 000 t de papier-journal ; celui-ci sera débité sur 6,85 m de large à la vitesse de 600 m par minute.

* * *

On annonce que l'usine de Mazingarbe, dans le Pas-de-Calais, exploitée par la Société Éthylène plastique, sera mise en marche pour la production de polyéthylène au cours du second semestre de 1953.

* * *

La mine de fer d'Otanmaki, en Finlande, va prochainement entrer en production. Son minerai est intéressant par sa composition en métaux accessoires. Il titre 37 pour 100 de fer, 7 pour 100 de titane et 0,25 pour 100 de vanadium. On prévoit une production annuelle de 175 000 t de minerai de fer, 75 000 t de concentrés de titane et 5 000 t de concentrés de pyrite. La puissance du gisement permettrait cette production pendant 50 ans.

LA NATURE

Revue mensuelle

DUNOD, Éditeur

92, rue Bonaparte, PARIS-6e

C. C. P. Paris 75-45 — Tél. DAN. 99-15

ABONNEMENTS 1953

France et Union fre : un an : 2 000 francs six mois : 1 000 francs

Etranger (sauf Belgique et Luxembourg) : un an : 2 500 francs six mois : 1 250 francs

Belgique et Luxembourg : un an : 325 f belges six mois : 163 f belges

Changement d'adresse : 30 F en timbres-poste français ou l'équivalent en monnaie étrangère

« La Nature » se réserve l'exclusivité des articles publiés et de leurs illustrations. Aucune reproduction, traduction ou adaptation ne peut être publiée sans l'autorisation expresse de l'éditeur.

LA NATURE

L'ÉQUIPEMENT HYDRO-ÉLECTRIQUE DU MAROC

Dès que la France eut pris la charge d'élever le Maroc, pays d'économie essentiellement pastorale, au rang des nations modernes, elle s'est préoccupée d'améliorer son économie agricole et de le doter d'un équipement industriel. Ces deux objectifs sont tributaires de l'aménagement des ressources naturelles en eau, pour l'irrigation des terres et pour la production d'énergie électrique. Les résultats déjà acquis se traduisent par l'accroissement extraordinaire de la population : 3 millions en 1921, 8 100 000 aujourd'hui, plus de 10 millions probablement dans une douzaine d'années. Cet accroissement ne rend que plus urgentes les nouvelles réalisations que nous nous proposons d'examiner ici.

L'industrie marocaine est en plein essor et les richesses minières commencent à être intensément exploitées ; mais l'énergie qui conditionne ces développements est encore largement tributaire de l'extérieur. Sur 348 000 t de combustibles minéraux consommés en 1952, 131 000 t ont été importées ; 217 000 t provenaient des mines de charbon de Djerada, 186 000 t étant exportées et 57 000 t stockées. Le déficit est plus marqué pour les combustibles liquides : la consommation, exprimée en produits pétroliers bruts, atteignait 692 000 t en 1952, pour une production de 100 000 t environ.

La production brute totale d'énergie électrique en 1952 (année sèche, il est vrai) a atteint 722 600 000 kWh dont 32 pour 100 d'origine hydraulique et 68 pour 100 d'origine thermique. D'ici trois ou quatre ans, les besoins dépasseront vraisemblablement un milliard de kWh.

Sur une superficie de 500 000 km², dont 430 000 en zone française, on comptait, en 1951, 4 800 000 ha de terres cultivées, dont les neuf dixièmes emblavés, le rendement en céréales ne dépassant guère 6 à 8 q à l'hectare. L'amélioration de la production est étroitement conditionnée par le développement de l'irrigation ; de 250 000 ha actuellement, les terres irriguées doivent être portées à plus de 500 000 ha d'ici une vingtaine d'années.

On a pu estimer qu'un litre/seconde distribué par irrigation procurait la vie à trois familles disposant chacune d'un hectare, et que d'autre part un kilowatt installé assurait l'emploi de deux travailleurs.

* * *

Sur la plus grande partie du Maroc il ne tombe guère par an plus de 300 mm de pluie ; la proximité de l'Atlantique et les hautes montagnes de l'Atlas lui font toutefois en Afrique du Nord une situation privilégiée. Deux fleuves surtout, issus de

Fig. 1. — *Les aménagements hydro-électriques achevés, en cours ou en projet au Maro*

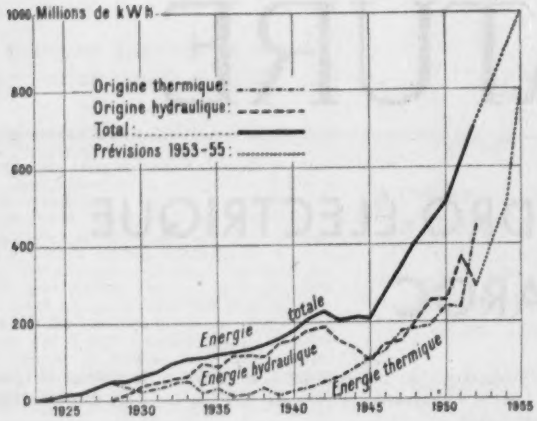

Fig. 2. — *La production croissante d'énergie au Maroc.*

ces massifs, le Sebou et l'Oum-er-Rebia, malgré leur long parcours en plaine, dans des régions assez arides, ont des débits relativement importants. Soit en montagne, soit à proximité de leur débouché en plaine, ils traversent des cluses ou des défilés qui se prêtent assez bien à la construction de barrages d'accumulation ou de dérivation.

Le débit moyen actuellement utilisé pour l'irrigation au Maroc peut être évalué à 50 m³ par seconde; sans nouveau barrage, il pourrait être porté à 70 m³/s, et le volume moyen des eaux retenu dans les barrages en cours d'exécution ou en projet correspondra à 150 m³/s; dans une cinquantaine d'années, on devrait disposer d'un débit moyen régularisé de 220 m³/s. Les mêmes réalisations doteront le pays d'une production hydro-électrique supérieure à un milliard de kWh.

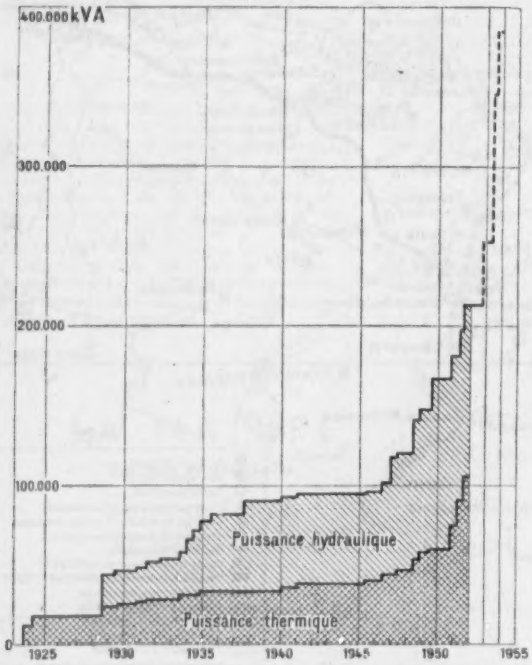

Fig. 3. — *Le développement de la puissance installée depuis 1925.*

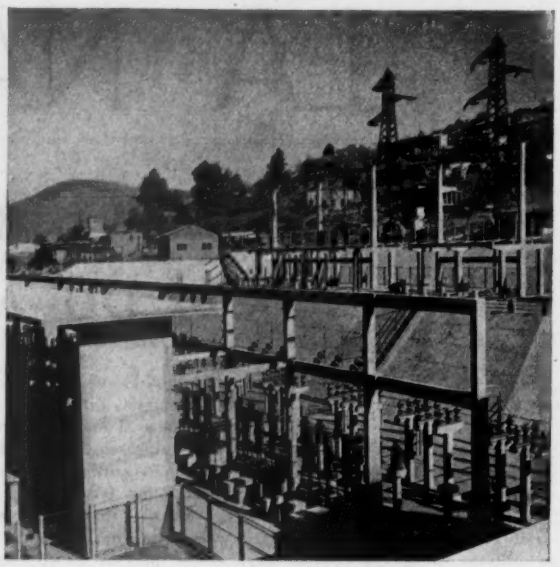

Fig. 4. — *Poste de transformation au départ du barrage d'Im'Fout.*
(*Photo* J. Belin, Rabat).

Le trait essentiel de ces aménagements réside dans la conjugaison, aussi harmonieuse que possible, des équipements hydro-électriques et de l'irrigation. La production d'énergie, malgré son intérêt immédiat et sa rentabilité, est toujours subordonnée au souci d'étendre les irrigations agricoles.

L'Oum-er-Rebia. — L'Oum-er-Rebia descend du Moyen Atlas dans la région de Khénifra et, après avoir décrit un immense arc de cercle à concavité tournée vers le nord-est, se jette à la mer à Azemmour, entre Mazagan et Casablanca. C'est le fleuve du Maroc au débit le plus abondant (débit annuel moyen : 3 200 × 106 m³, soit environ 100 m³/s) et le plus régulier, encore qu'il passe d'un étiage de 20 m³/s dans sa basse vallée à un débit de crue qui peut atteindre 2 500 m³/s. C'est sur lui et sur son principal affluent, l'oued El Abid, qu'ont porté les efforts maxima.

Son cours supérieur, bien alimenté par le groupe des magnifiques sources de Taka Ichiane, présente toute une série de seuils et de cascades qui permettront plus tard d'y asseoir de nombreux aménagements à caractère exclusivement hydro-électrique. L'un d'eux a déjà été étudié à Imizdilfane, à quelques kilomètres à l'aval de Khénifra.

A partir de Kasba-Tadla un premier aménagement important fut conçu à l'origine pour irriguer la plaine des Beni-Amir, sur la rive droite du fleuve; entrepris en 1933, il consiste en une dérivation des eaux par un barrage de faible hauteur, construit au droit de Kasba-Tadla. Un canal tête morte, établi sur la rive gauche du fleuve pour un débit de 20 m³/s les amène, après un parcours de 24 km, au siphon de Kasba-Zidania qui les fait repasser sur la rive droite.

La fraction du débit qui n'est pas utilisée par les irrigations des Beni-Amir, pratiquement les débits d'hiver et une partie des débits de printemps, est turbinée et restituée à l'oued dans une centrale construite en 1936 et équipée de deux groupes de 4 450 kVA. Cette usine, dont la production annuelle moyenne est allée en diminuant du fait du développement progressif des irrigations (de 39 millions de kWh en 1937 à 25 millions en 1952) a été cependant largement amortie.

Plus en aval, l'Oum-er-Rebia, après avoir reçu les eaux de l'oued El Abid, dont la régularisation sera chose faite en 1954, et celles de la Tessaout, atteint le socle primaire de la « Meseta marocaine », où il s'est creusé un lit bien marqué à travers les schistes, les quartzites et les psammites. Ces terrains imperméables et peu fissurés se prêtent bien à la construction d'ouvrages d'accumulation et de dérivation.

Un vaste projet de régularisation totale des débits de l'Oum-er-Rebia est à l'étude; il comporte la construction à Sidi-Cheo, à l'amont de Mechra ben Abbou, d'un barrage de 60 m de hauteur, capable de retenir $1\,700 \times 10^6$ m³, dont $1\,300 \times 10^6$ utilisables, susceptible d'améliorer considérablement le rendement des usines d'aval tout en assurant, avec deux groupes de 60 000 kVA, une production moyenne annuelle de 250 millions de kWh à l'origine. La réalisation d'une première tranche est prévue entre 1953 et 1956.

Sur le cours moyen du fleuve, le bief suivant est formé par la retenue du barrage d'Im'Fout de 38,50 m de hauteur, créant une réserve de 84 millions de mètres cubes, dont 46 utilisables, qui permet d'assurer une régularisation hebdomadaire de l'énergie produite par l'usine de pied de barrage. Le barrage est doté d'une usine équipée de deux groupes de 18 400 kVA qui produisent annuellement 140 millions de kWh environ; cette usine sera revalorisée pendant un certain temps par les retenues de Bin-el-Ouidane et de Sidi Cheo; mais la production ira en diminuant à mesure que s'étendront les irrigations des Abda-Doukkala.

L'ouvrage d'Im'Fout constitue la clé du plus vaste aménagement hydro-agricole du Maroc, conçu pour irriguer 135 000 ha des meilleures terres de l'immense plateau des Abda-Doukkala.

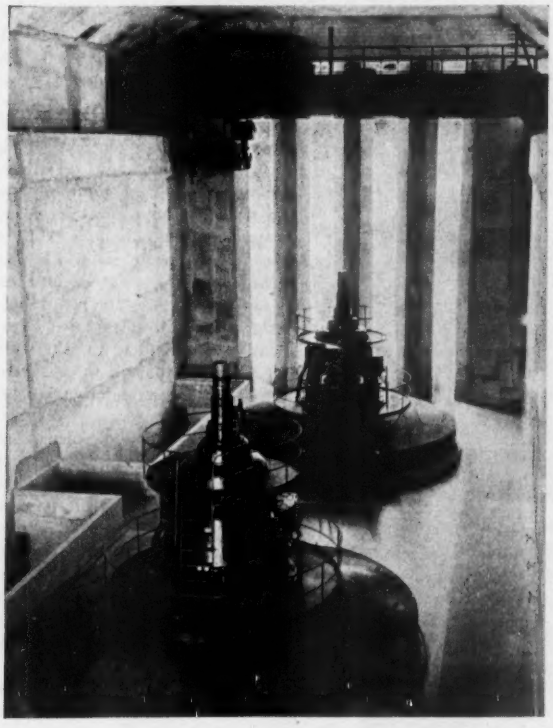

Fig. 5. — *Salle des machines de l'usine électrique du barrage d'Im'Fout.*
Vue des deux groupes de 18 400 kVA et de l'un des deux ponts roulants de 60 t (*Photos* J. Belin).

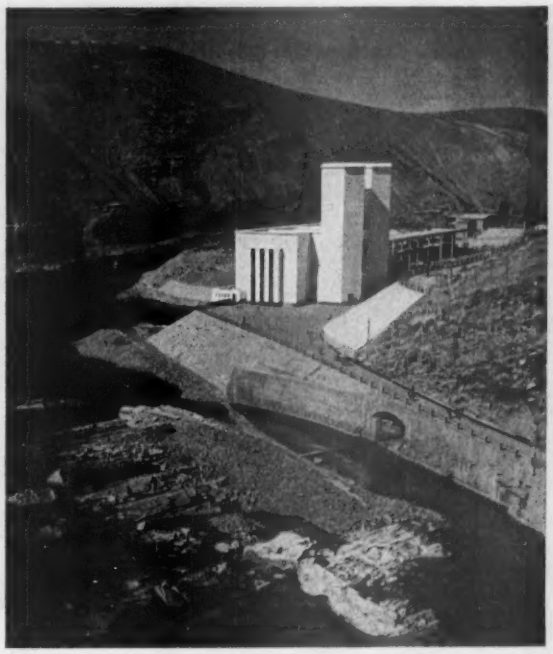

Fig. 6. — *L'usine électrique du barrage d'Im'Fout.*
Vue prise du haut du barrage sur l'oued Oum-er-Rebia.

Depuis le printemps 1953, les eaux amenées par une galerie tête morte de 17 km de long et de 5,30 m de diamètre, débouchent dans la plaine où elles irriguent un premier casier de 4 900 ha en cours d'équipement. En attendant l'aménagement du périmètre des Doukkala, la capacité de la galerie d'Im'Fout à Bou-Laouane pourra être utilisée par une centrale située à Bled Dafa. De 150 millions de kWh au démarrage des irrigations, la production diminuerait ensuite jusqu'à une quarantaine de kWh, limitée d'ailleurs aux mois où l'irrigation ne nécessite que des débits réduits. La restitution se fera dans la retenue du barrage de Daourat, troisième seuil de 20,75 m de haut, disposé sur le cours moyen de l'Oum-er-Rebia et équipé de deux groupes de 10 000 kVA (moyenne annuelle : 70 millions de kWh).

Enfin, plus à l'aval, l'usine de Sidi-Maachou utilise la différence de niveau entre les points les plus rapprochés d'une immense boucle, coupée par un barrage de faible hauteur. Équipée de quatre groupes de 6 500 kVA, elle produit annuellement 65 millions de kWh. Construite en 1925, elle fut la première usine hydro-électrique de moyenne puissance au Maroc.

L'oued El Abid. — Du fait de la faible capacité des réserves accumulées à l'amont d'Im'Fout, Daourat et Sidi Maachou, ces trois usines sont tributaires du régime assez irrégulier de l'Oum-er-Rebia. On a donc cherché à revaloriser leur production par une régularisation, au moins partielle, du fleuve. Par ailleurs, l'augmentation extrêmement rapide de la demande d'énergie (15 à 20 pour 100 par an depuis 1946) exigeait un nouvel équipement. Dès 1945, il fut décidé d'entreprendre l'aménagement de l'oued El Abid, principal affluent de l'Oum-er-Rebia, qui constituera le plus important complexe hydraulique et hydro-électrique de l'Afrique du Nord.

Là aussi l'objectif visé était double : assurer une production supplémentaire annuelle de 500 millions de kWh, irriguer

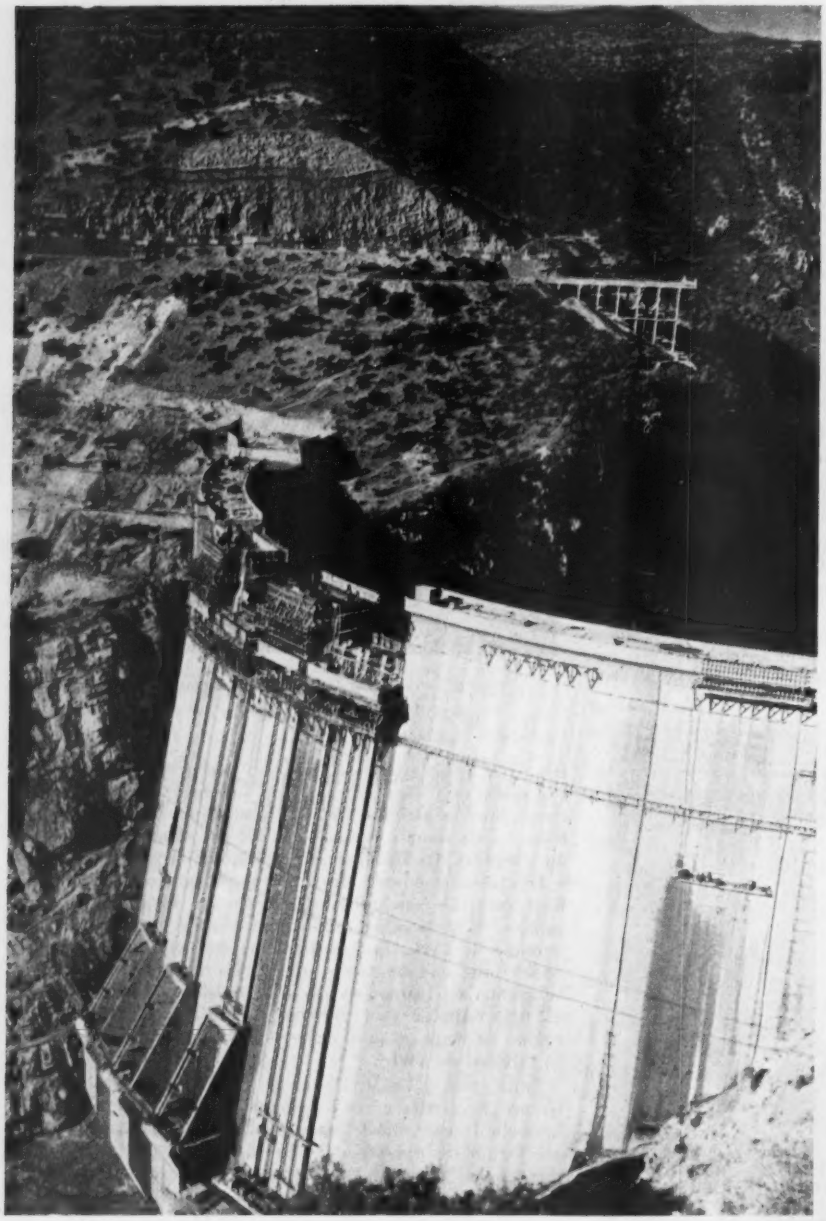

Fig. 7. — *Le barrage de Bin-el-Ouidane.*
Vue prise d'amont à l'automne de 1952, l'ouvrage étant presque achevé.
(*Photo* J. Belin).

90 000 ha de la plaine des Beni-Moussa et 30 000 ha de terres collectives au nord-est d'El-Kelaa des Shrarna.

L'aménagement comporte essentiellement :

un barrage de retenue, dans la gorge calcaire de Bin el Ouidane, d'une hauteur de 107 m au-dessus du lit de l'oued El Abid, et de 135 m au-dessus des fondations, retenant 1 500 millions de mètres cubes, dont 1 090 millions pour la tranche utilisable;

une usine de pied de barrage, équipée de trois groupes de 45 000 kVA, susceptible de produire annuellement 150 millions de kWh environ

un barrage de compensation et de dérivation aux Ait-Ouarda, à 3 500 m en aval du premier, assurant, grâce à sa capacité utile de 2 500 000 m³, la régularisation journalière des débits de pointe turbinés à Bin el Ouidane, ainsi que l'entonnement des eaux dans la galerie d'Afourer;

une galerie souterraine en charge de 10,570 km de longueur et de 4,50 m de diamètre intérieur, traversant le massif du Tazerkount, au sud-est de la chaîne du R'Nim, et dont le débit maximum sera de 48 m³/s;

une deuxième usine hydro-électrique à Afourer, disposée à l'extrémité de la galerie souterraine et utilisant la dénivellation de 230 m environ entre le lit de l'oued El Abid et la plaine des Beni-Moussa; elle sera équipée de deux groupes, composés chacun d'une turbine Francis de 24 m³/s, sous 227-235 m de chute nette et d'un alternateur de 52 000 kVA; elle fournira au réseau marocain 300 millions de kWh en année d'hydraulicité moyenne;

l'équipement des réseaux d'irrigation de Beni-Moussa et d'El Kelaa des Shrarna, à partir du canal de fuite de l'usine d'Afourer.

La construction du barrage de Bin el Ouidane, entreprise en 1949, est pratiquement terminée. La mise en eau a commencé à la fin de 1952. La réalisation de ce magnifique ouvrage aura exigé la mise en œuvre de 450 000 m³ de béton. Un évacuateur de crue en « saut de ski », établi dans l'ancrage de rive droite, permet l'évacuation de 3 500 m³/s. Un voile au large de 190 000 m² assurera l'étanchéité des fondations et des flancs de la gorge.

Les travaux de la galerie ont été notablement retardés par la présence de venues d'eau à forte pression qui ont nécessité pour le percement à l'avancement la mise en œuvre d'injections préalables en auréole destinées à obturer les cheminements d'eau dans la zone de perforation. Le travail s'exécute ainsi avec une phase de forages et injections poussés à 90 m en avant du front d'attaque et une phase de terrassements. Cette méthode n'a, nulle part ailleurs, été pratiquée à la même échelle.

Le complexe de l'oued El Abid constitue la plus harmonieuse combinaison entre le développement énergétique du Maroc et la mise en valeur, par l'irrigation, de terres d'excellente qualité, dans une région où la pluviométrie était particulièrement déficitaire. Son achèvement, en 1954, permettra de doubler sensiblement la production d'énergie électrique sans faire appel

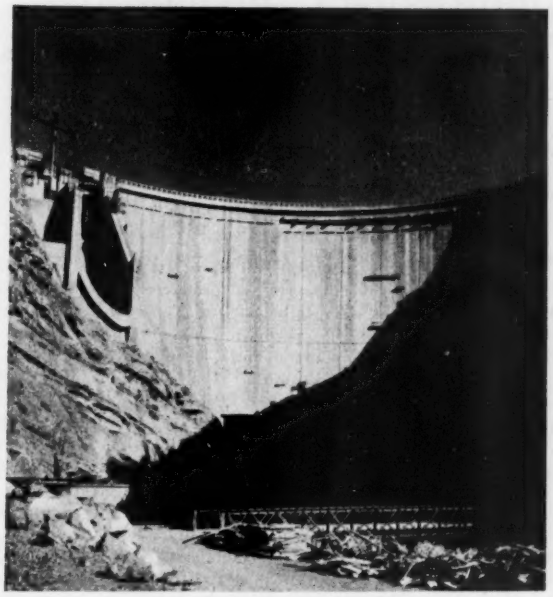

Fig. 8. — ***Le barrage de Bin-el-Ouidane et les installations de chantier.***
Vue prise d'aval à la fin de février 1953.

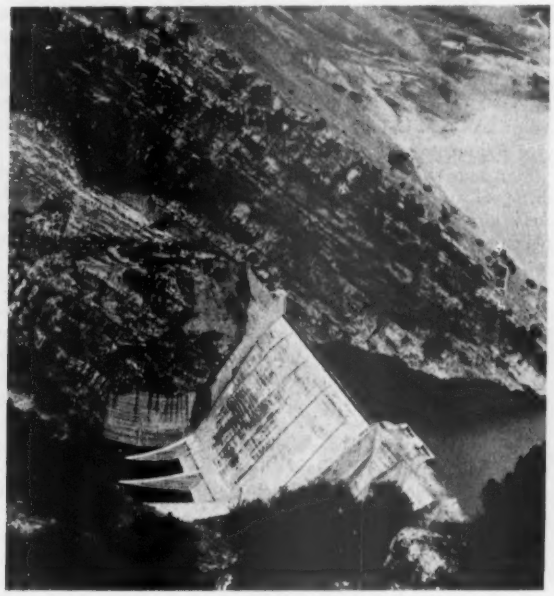

Fig. 9. — ***Le barrage d'El Kansera, sur l'oued Beth.***
Vue prise de la rive gauche, montrant le parement aval et les murs guideaux.

aux approvisionnements extérieurs et de mettre en valeur 110 000 ha dont il est prévu que l'équipement se fera à un rythme qui, de 4 à 5 000 ha/an à l'origine, atteindra au bout de quelques années 8 à 10 000 ha par an.

Le Sebou. — Dans le même temps que se poursuivait l'équipement progressif de l'Oum-er-Rebia, d'autres aménagements étaient entrepris ou projetés sur le deuxième grand bassin marocain, celui du Sebou, dont le cours, descendant du Moyen Atlas, au sud-est de Fès, décrit une vaste courbe à concavité tournée vers le sud-ouest et vient se jeter à la mer après avoir traversé l'immense plaine alluvionnaire du Rharb.

A l'amont et à l'aval de Fès, deux aménagements relativement modestes de l'oued Fès fournissent déjà au réseau une contribution non négligeable. Plus à l'aval, le principal affluent de rive gauche, l'oued Beth, dont les crues endommageaient périodiquement les riches terres alluvionnaires de la basse vallée, a été barré, de 1927 à 1935, par un ouvrage de 48 m de hauteur créant une réserve de 227 millions de mètres cubes et équipé d'une usine hydro-électrique à deux groupes de 7 500 kVA. Les eaux régularisées par le barrage sont épandues sur la plaine de Sidi-Slimane, Petitjean, où 20 000 ha, sur un total de 30 000, sont déjà équipés pour l'irrigation.

Parmi les aménagements en projet figure la construction sur le haut Sebou, à l'aval du confluent de ce fleuve et du Guigou, au lieu dit Qantra M'Dez, d'un barrage de retenue de 400 millions de mètres cubes de capacité et l'utilisation, à l'aval

Fig. 10. — ***Le barrage de compensation d'Aït Ouarda et les installations de chantier.***
Vue prise d'amont.
(*Photos* J. Belin).

de cet ouvrage, d'une chute de 375 m susceptible, pour un débit maximum dérivé de 25 m³/s, de produire annuellement 260 millions de kWh. Simultanément, cet aménagement permettrait d'irriguer le Sais, riche plaine s'étendant au pied du Moyen Atlas entre Fès et Meknès, et dont les sources, issues du plateau d'El-Hajeb, ne permettent actuellement qu'un arrosage fragmentaire.

Signalons enfin que, sur le cours moyen du Sebou et de son principal affluent de rive droite, l'Ouergha, il est projeté de construire un certain nombre de barrages qui serviront essentiellement à protéger le Rharb contre les inondations du Sebou, accessoirement à l'irrigation et à la production d'énergie.

La Moulouya. — Le troisième grand fleuve du Maroc, la Moulouya, issu du couloir de charnière qui sépare le Grand Atlas du Moyen Atlas, coule du sud-ouest au nord-est pour se jeter dans la Méditerranée au nord du Maroc oriental. Dans sa basse vallée et à partir de la région nord de Taourirt, il sert de limite aux zones des deux protectorats espagnol et français. Les volumes d'eau qu'il laisse écouler à la mer sont relativement faibles, eu égard à l'importance du bassin versant (50 000 km²); en valeur absolue, ils représentent tout de même 700 millions de mètres cubes en année moyenne.

Le débit disponible au défilé du massif des Beni Bou Mahiou a été partagé entre les deux zones d'influence, à la suite d'une convention franco-espagnole : 6/10 du débit au profit de la zone française, 4/10 au profit de la zone espagnole. Des accords ultérieurs ont prévu les modalités de régularisation et de dérivation à l'aide d'un barrage d'accumulation projeté à Mechra Klila (capacité : 800 millions de mètres cubes, susceptible d'être portée à 1 200 millions) et d'un barrage de dérivation, actuellement en construction, à Mechra-Homadi. De ce dernier part un canal qui assurera l'irrigation de 40 000 ha dans la plaine des Triffa (région de Berkane, au nord-ouest d'Oudjda) qui assurera l'irrigation de 46 000 ha dans la plaine. Le premier de ces deux ouvrages est susceptible d'assurer la production d'une soixantaine de millions de kWh par an, partagés entre les deux zones dans la même proportion que l'eau.

Il est envisagé, d'autre part, d'installer au km 12 du canal de dérivation en zone française une centrale qui utilisera le débit que l'irrigation laissera disponible durant la période de son développement et, au terme de celui-ci, pendant les mois où les cultures n'exigent que des dotations en eau réduites. Cette centrale serait, pendant de longues années, susceptible de produire annuellement une trentaine de millions de kWh.

Autres ressources. — Pour être complet, il faut mentionner encore l'usine hydro-électrique installée au pied du barrage du N'Fis, à 30 km au sud-ouest de Marrakech. Ce barrage, de 52 millions de mètres cubes de capacité, assure une régularisation partielle de l'oued N'Fis, affluent du Tensift, et permet l'irrigation d'un périmètre situé au nord-ouest de Marrakech. L'usine est équipée de deux groupes de 5 500 kVA; mais la production d'énergie est entièrement subordonnée aux besoins des irrigations (17 millions de kWh en moyenne annuelle).

Il faudrait également mentionner certains aménagements hydro-électriques secondaires destinés à assurer une distribution urbaine ou l'alimentation d'exploitations industrielles (Guercif, Taza, Sefrou, Khénifra, Flilo et Moulouya, près de Midelt, au bénéfice des mines d'Aouli).

*
* *

L'équipement hydro-électrique du Maroc était à peu près nul en 1925, lorsque fut entreprise la première usine de Sidi-Maachou. A partir de 1955, la production d'énergie hydraulique sera telle que, pendant les périodes d'hiver et de printemps, les usines thermiques pourront être mises en chômage ou exploitées seulement au minimum. Il ne faut cependant pas se dissimuler que, malgré l'effort déployé au cours des dernières années, l'équipement industriel et énergétique du Maroc est encore très loin d'avoir atteint le niveau de la plupart des autres pays. D'après les chiffres recueillis par l'U. S. Geological Survey, la production mondiale d'énergie électrique avait, en 1948, dépassé 770×10^9 kWh (dont 285×10^9 d'origine hydraulique), ce qui représente déjà un chiffre annuel de 350 kWh par habitant du Globe (population mondiale estimée à 2 200 millions d'après le Bureau des statistiques de Lake Success) dont 130 kWh d'origine hydraulique. Or, la production marocaine par tête d'habitant n'était encore à cette époque que de 70 kWh; en 1952, elle a atteint 89 kWh dont 36 kWh d'origine hydraulique.

Le chiffre de 350 kWh par habitant est d'ailleurs lui-même très loin des ressources de certains pays fortement industrialisées (France, 1 000 kWh par habitant en 1952; États-Unis, Canada, 1 500).

Si, comme partout ailleurs, les premiers équipements ont été naturellement orientés au Maroc là où les frais d'établissement apparaissaient les moins élevés, il reste encore à construire de nombreux aménagements presque aussi rentables que les premiers : tel l'ouvrage de régularisation de Sidi Cheo dont la rentabilité est assurée.

Il est à remarquer également que, pour assurer la distribution de l'énergie produite ou à produire, le Maroc a dû s'imposer la construction d'un réseau d'intérêt général assez onéreux du fait de la dispersion des installations industrielles ou des centres de consommation dans un pays cinq fois moins peuplé que la France pour une superficie presque analogue. Ce réseau comprend actuellement : 2 648 km de lignes à 22 000 V; 1 436 km à 60 000 V; 515 km à 150 000 V; 540 km de lignes à 150 000 V sont en construction.

Déjà assez bien étoffé, ce réseau n'aura pas, au cours des prochaines années, à subir d'extensions considérables et pourra être assez vite amorti.

V. Bauzil,
Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées.

L'uranium à Madagascar

La première laverie de minerai d'uranium de l'Union Française a été inaugurée en février dernier à Vinaninkarena. Destinée à l'enrichissement des minerais uranifères complexes de Madagascar, elle fournira des concentrés à 50 pour 100 d'uranium qui seront envoyés en France où ils seront traités chimiquement pour la séparation du précieux élément.

Une convention passée entre l'Administration de Madagascar et le Commissariat à l'énergie atomique stipule que, lorsque des utilisations économiques des minerais radio-actifs auront été mises au point, il sera édifié dans la grande île, avec l'accord du gouvernement français, des installations industrielles pour faire bénéficier de ces travaux l'économie générale du territoire.

Nouveau pneumatique sans chambre à air

Les premières voitures automobiles roulèrent sur les roues en bois cerclées de fer des voitures à chevaux. On y était secoué brutalement et bruyamment. Dès que le poids des voitures augmenta et que les vitesses s'accrurent, il fallut envisager d'amortir les chocs. Aux ressorts à lames de la carrosserie s'ajoutèrent peu à peu des ressorts à boudins, des amortisseurs à huile ou à air. On diminua ainsi les cahots de la caisse. Les roues furent bientôt bordées de bandes pleines en caoutchouc, puis de creuses, et finalement de pneumatiques. Enfin, les contacts avec la route furent aussi adoucis par la constitution de celle-ci, son nivellement, son revêtement rigide, élastique et antidérapant. Cela permit le développement de l'automobilisme jusqu'aux énormes camions actuels, vrais trains routiers avec leurs remorques, et aux voitures particulières, stables et presque silencieuses jusqu'à plus de 100 km à l'heure.

Tout le monde connaît le pneumatique qui « boit l'obstacle » par sa compressibilité, son élasticité. La jante de la roue munie d'un rebord supporte, encadre une enveloppe aussi solide que possible, épaissie sur sa bande de roulement extérieure et sur ses talons latéraux butant contre les bords de la jante; cette enveloppe, peu souple, est renforcée par des cordes noyées dans la masse, entoilée et souvent ornée de cannelures augmentant l'adhérence au sol et s'opposant aux dérapages. Sous sa protection mécanique, l'élasticité est dévolue à une chambre à air plus délicate, anneau creux de caoutchouc qu'on gonfle d'air comprimé au moyen d'une valve. C'est la partie fragile du pneumatique : trop gonflée, elle risque d'éclater sous un cahot brutal; trop peu, elle n'amortit plus ou même se plisse et bientôt se coupe; la valve peut fuir; un clou, une pointe rencontrés sur la route, s'ils se piquent dans l'enveloppe, ne tardent pas à la traverser et à perforer ou déchiqueter la chambre; le dégonflement qui s'ensuit fait rouler à plat, cisaille le pneumatique et endommage souvent la jante même aux grandes vitesses; les éclatements, les crevaisons sont une des causes d'accidents graves.

On a depuis longtemps cherché des remèdes à la fragilité de la chambre à air et de nombreux brevets attestent ces efforts. On a notamment fait appel au caoutchouc mousse qui permet de compartimenter l'atmosphère de la chambre en de multiples alvéoles indépendants, mais l'élasticité est diminuée et la matière s'altère en vieillissant.

Voici une nouvelle solution proposée par la société Kléber-Colombes, qui a le mérite d'être radicale puisqu'elle supprime la chambre à air. Elle est dès maintenant utilisable sur un certain nombre de voitures particulières équipées de pneumatiques de diamètres courants, pourvu que leurs jantes soient d'une seule pièce, à rebords et en bon état. D'autres tailles sont en fabrication et d'autres variantes à l'étude.

Le nouveau pneu Kléber-Colombes, dit « increvable tubeless » présente les caractéristiques suivantes : il est à la fois chambre à air et enveloppe; il s'applique sur les rebords de la jante et une fois gonflé assure une étanchéité absolue; il est enduit intérieurement d'une matière visqueuse qui en cas de perforation bouche immédiatement la fuite; il présente les mêmes renforcements et le même chemin de roulement qu'une enveloppe ordinaire. La figure 1 montre ses particularités :

1° Une couche de substance à base de butyl recouvre toute la face interne de la bande de roulement. C'est une matière plastique et visqueuse qui supporte la vulcanisation sans se modifier. Au cas où le pneu serait perforé par une pointe, un clou par exemple, la pâte adhésive enroberait aussitôt le métal et maintiendrait l'étanchéité; si ensuite on arrachait cette pointe, l'orifice serait aussitôt obturé. La couche visqueuse empêche également la lente diffusion de l'air à travers la matière de l'enveloppe. On est donc moins préoccupé des pneumatiques, même usagés et l'on a moins souvent à les surveiller et à les regonfler; on peut se risquer à de plus grandes vitesses, ayant moins à redouter les éclatements en cas de freinage ou de virage brusque.

2° Une couche de butyl pâteux enduit toute la face interne du premier pli du pneu; il a les mêmes effets, continue l'étanchéité sur les parois latérales et protège celles-ci des effets d'une perforation.

3° Les talons du pneu portent extérieurement des rainures concentriques qui les appuient sur le rebord de la jante, empêchant les fuites d'air au contact du métal.

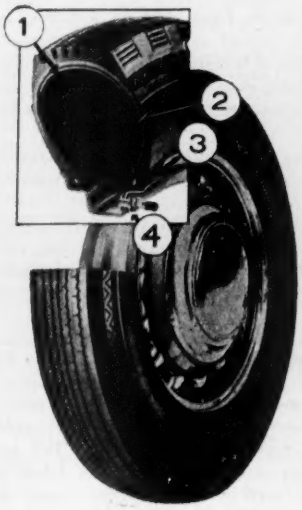

Fig. 1 et 2. — *Pneu sans chambre à air Kléber-Colombes et voiture équipée de pneus de ce type.*
A gauche : 1, couche à base de butyl adhérant à l'objet perforant et se ressoudant lors de l'extraction de l'objet ; 2, revêtement intérieur en butyl ; 3, nervures concentriques assurant l'étanchéité ; 4, valve à doubles joints en caoutchouc. — *A droite :* La voiture vient de passer sur des clous qui ont traversé la bande de roulement des pneus ; ceux-ci ne se sont pas dégonflés.

4° Enfin la valve axiale de gonflement de la chambre à air est remplacée par une valve latérale serrée sur le rebord de la jante par un écrou; le serrage se fait sur deux joints de caoutchouc, l'un intérieur, l'autre extérieur. La valve est ainsi bien maintenue, plus stable, sans risque de cisaillements.

On a fait disparaître le boyau de la chambre à air; c'est la paroi interne de l'enveloppe, imperméabilisée et visqueuse, qui en tient lieu. On la gonfle à la même pression qu'un pneu de mêmes dimensions et on en obtient une souplesse suffisante avec moins de sujétions et de risques.

D. C.

Les lapins et la myxomatose

Les lapins n'ont pas fini de fournir des sujets de méditations aux biologistes ni de soucis aux autorités gouvernementales. Ils sont un des plus beaux exemples des conséquences inattendues et désastreuses que peuvent avoir les meilleures intentions en matière d'importations, d'introductions, d'acclimatations d'animaux étrangers dans des milieux indigènes où ils manquaient. Et voilà que la même constatation est à faire, sans doute, à propos d'un des derniers moyens trouvés pour les détruire, la myxomatose, qui menace de les faire disparaître là où étant intégrés à un équilibre établi entre espèces depuis des siècles, ils présentaient somme toute plus d'avantages que d'inconvénients.

On connaît l'histoire du lapin en Australie. Introduit en 1859 dans les brousses centrales et australes, il s'adapta à la maigre provende des marsupiaux herbivores et réduisit leur nombre. Vers 1870, un propriétaire de l'état de Victoria ayant lâché dans son domaine quelques lapins, ils se répandirent partout; peu d'années plus tard le gouvernement local dut mettre leurs têtes à prix et l'on en détruisit 47 millions, sans en être débarrassé pour si peu; les moutons ne trouvaient plus de pâturages, le pays devenait un désert. On importa des renards, mais les renards préférèrent les agneaux nouveau-nés, la volaille, la petite faune indigène et devinrent une « peste » de plus, sauf dans les états du sud-est où un acarien parasite les empêcha de s'établir. On employa des appâts empoisonnés à l'arsenic qui tentèrent les oiseaux indigènes et en firent des hécatombes. La tularémie limita pendant quelque temps les lapins. Puis on importa d'Amérique une maladie à virus, la myxomatose, qui, comme nous l'avons déjà indiqué récemment, donna d'excellents résultats.

Mais, d'après le professeur F. Fenner, de l'Université nationale d'Australie, le virus pourrait perdre de son efficacité, les lapins commençant à s'immuniser. Lors d'expériences pratiquées dans des districts infectés, une proportion allant jusqu'à 90 pour 100 des lapins mis en expérience ont contracté la maladie et s'en sont remis.

L'Australie est le plus grand pays qui ait été ravagé par les lapins; ce n'est pas le seul. Aux îles Kerguelen, ils ont anéanti les fameux « choux de Kerguelen » qu'on ne voit plus que sur les rochers et îlots isolés. Aux îles Macquarie, des lapins débarqués comme réserve de vivres ont détruit la végétation au point qu'on a introduit des chats pour s'en débarrasser. Les lapins ont disparu, puis les chats survivants ont attaqué les oiseaux de mer. On a amené des chiens pour détruire les chats, mais ils ont découvert les phoques, et la bataille continue... contre les chiens. L'homme n'est décidément qu'un apprenti-sorcier!

La même aventure se répète dans la Baltique, sur l'île de Gotland, d'après l'étude de MM. G. Notini et S. Forselins parue l'année dernière dans le *Bulletin de l'École royale des Forêts* de Stockholm. On a introduit le lapin sauvage en Suède comme animal de chasse. Dans l'île de Gotland, il a pullulé à tel point qu'il est devenu un danger, limité seulement par le froid des hivers les plus sévères. La chasse au fusil, le piégeage ont été insuffisants, on n'a pas osé employer le poison; on a introduit la myxomatose.

La myxomatose et ses effets. — La myxomatose est due à un ultra-virus, qui a été isolé en 1898 par Sanarelli, de Montevideo; il se présente au microscope électronique comme un corpuscule ovoïde de 175 millimicrons (0,000 175 mm). Elle ne s'attaque qu'aux lapins du genre *Oryctolagus*, auquel appartiennent nos lapins d'Europe, tant de garenne que domestiques. Une espèce de lapin américain, du genre *Sylvilagus*, serait donc épargnée; le lièvre également.

Après une incubation de cinq jours en moyenne, la maladie évolue très rapidement et la mort survient au bout de dix à douze jours. Trois sortes de symptômes se manifestent, en général dans l'ordre suivant. Les paupières sont le siège d'une infiltration d'où s'écoule une sérosité, d'abord limpide puis purulente; l'œdème des paupières gagne la face et donne à l'animal un « faciès léonin ». C'est ensuite un œdème des organes génito-urinaires, et l'orchite chez le mâle. Enfin des granulations sous-cutanées, de la taille d'un grain de blé jusqu'à celle d'une amande, se localisent plus spécialement à la face, à la base des oreilles, aux parties inférieures des membres.

Dans les granulations, comme dans les ganglions lymphatiques, les glandes sexuelles, la rate, les poumons, le virus provoque des proliférations d'apparence cancéreuse. On peut se demander si la myxomatose doit être considérée comme un cancer déterminé par un virus ou comme une maladie voisine mais n'offrant pas tous les caractères d'une tumeur néoplasique. Intérêt pratique peu important mais grand intérêt théorique : ce serait un nouvel exemple d'une tumeur provoquée par un virus, avec le sarcome de Rous chez les volailles, le papillome de Shope, etc.

La maladie, très contagieuse, se transmet par contact (mucus nasal et sécrétions des paupières) et aussi probablement par les moustiques, les puces, les tiques, les oiseaux charognards, les rats.

La myxomatose se cultive au laboratoire sur les tissus vivants d'œufs en incubation, selon la technique maintenant courante pour les virus.

A l'époque des travaux de Sanarelli, la maladie sévissait parmi les lapins sauvages en divers points de l'Amérique du Sud, surtout en République Argentine. Depuis lors, elle a été signalée à diverses reprises, sous forme de foyers circonscrits, en Amérique du Nord.

La myxomatose en France. — Le premier lapin mort a été identifié comme porteur de myxomatose à l'Institut Pasteur dans les premiers jours du mois d'octobre 1952. Divers recoupements, confrontation d'observations, interrogatoires de garde-chasse, etc., permettent de croire que la maladie a fait son apparition, soit au printemps, soit au plus tard au début de l'été 1952, dans la région méridionale du département de Seine-et-Oise ou dans la partie limitrophe de l'Eure-et-Loir.

Il est trop tôt pour parler de la responsabilité pénale, si tant est qu'elle existe, du propriétaire qui aurait introduit en France, volontairement, du virus pour se débarrasser de lapins trop encombrants. Il faut attendre en l'occurrence la décision de la justice.

Quoi qu'il en soit, la maladie, contre laquelle les lapins australiens qu'on veut exterminer commenceraient à s'immuniser, a progressivement étendu ses ravages dans notre pays. En juin dernier, elle avait atteint plusieurs départements du centre et du sud-ouest, puis elle a apparu dans le midi méditerranéen. Elle se répand aussi vers le nord.

L'épidémie s'est en outre étendue aux lapins domestiques, spécialement en Sologne et dans l'ouest où existent d'importants élevages de lapins à fourrure (angora, rex). Elle menace tous les clapiers. Les conséquences économiques peuvent être sérieuses puisque la France a exporté, en 1952, pour 1 700 millions de francs de peaux brutes. Aussi un décret du 27 mai, publié au *Journal officiel* du 11 juin 1953, a-t-il prescrit la déclaration obligatoire des animaux malades et des mesures de prophylaxie.

Heureusement un vaccin existe. En Dordogne, des battues ont été organisées pour vacciner les lapins de garenne !

Le vaccin. — Shope, il y a une vingtaine d'années, a montré qu'il existe une immunité croisée entre la fibromatose et la myxomatose du lapin, c'est-à-dire que des lapins peuvent être vaccinés par le virus du fibrome et sont ainsi préservés de la myxomatose.

Le vaccin, fourni par l'Institut Pasteur, n'est délivré que sur ordonnance d'un vétérinaire. Utilisable pendant deux semaines s'il est conservé au frais et à l'obscurité, il s'injecte sous la peau à la dose de 0,5 cm³. L'immunité s'établit en cinq jours et dure plus de six mois. Elle est impossible si le lapin a déjà contracté la maladie, et on s'expose même, en vaccinant un lapin avec une aiguille ayant touché un lapin malade, à le contaminer au lieu de le préserver. On recommande donc, dans un élevage contaminé, d'isoler les lapins individuellement pendant douze jours avant de les vacciner.

Il est à souhaiter, pour enrayer l'épidémie, que la vaccination de nos lapins se généralise rapidement.

Le trafic du port de Strasbourg

Il est intéressant de souligner l'évolution du trafic de notre grand port de l'Est, au moment où vient d'entrer en application le plan de Communauté européenne charbon-acier. L'année 1952, qui se solde par une augmentation de trafic de l'ordre de 8 pour 100 par rapport à 1951, sera comparée à 1948 et à 1937, la meilleure de l'immédiat avant-guerre.

Le trafic rhénan du port de Strasbourg se décompose ainsi :

1937 — 5 299 000 t	dont :	Entrées	3 745 000 t
		Sorties	1 554 000 t
1948 — 3 378 000 t	dont :	Entrées	2 685 000 t
		Sorties	693 000 t
1952 — 4 925 000 t	dont :	Entrées	2 538 000 t
		Sorties	2 387 000 t

Aux entrées figurent toujours principalement des charbons destinés à la métallurgie lorraine et aux industries de l'Est (l'hinterland charbonnier du port de Strasbourg s'étend sur dix départements) :

61,5 pour 100 du total	en 1937	(2 438 000 t)
77,6 pour 100 »	en 1948	(2 084 000 t)
71,7 pour 100 »	en 1952	(1 820 000 t)

La part du coke est toutefois en diminution : 351 000 t en 1952, contre 538 000 en 1948 et 433 000 en 1937.

Le montant des sorties atteste une progression remarquable depuis l'avant-guerre, et surtout depuis 1950. Les expéditions de potasse sont en nette augmentation, au point de pulvériser le niveau record de 1930 (650 000 t) avec 880 000 t. On avait noté 415 000 t en 1937, 429 000 en 1948 et 720 000 en 1951. Les matières premières de l'industrie métallurgique (minerai de fer) totalisent 271 000 t, les produits finis métallurgiques (fers,...) 460 000 t, et la soude lorraine 108 000 t.

Tous les chiffres cités concernent le trafic rhénan, c'est-à-dire le tonnage des marchandises empruntant la voie du Rhin. En fait, le trafic total du port de Strasbourg est plus complexe, car il faut tenir compte du transit direct sans déchargement (par exemple vers la Suisse), du trafic avec les canaux (Marne au Rhin, Rhône au Rhin), en enfin du trafic ferroviaire du port. En ne retenant que les chiffres afférents aux transports fluviaux (voie du Rhin et canaux), Strasbourg apparaît comme le deuxième port de France (6 175 000 t), immédiatement après Paris (près de 10 millions de t).

La mesure de l'humidité des bois

Le Marché du Bois, du 7 février 1953 a donné quelques indications sur les méthodes de mesure du degré d'humidité des bois. Ces méthodes se classent en gravimétriques et électriques.

Une méthode gravimétrique consiste à peser rapidement l'éprouvette prélevée, à la mettre ensuite dans une étuve ($\sim$ 100° C) jusqu'à ce que sa masse ne diminue plus, puis à effectuer une nouvelle pesée au sortir de l'étuve. Cette méthode précise nécessite, par contre, la destruction partielle de la pièce à étudier et l'opération est assez longue, le résultat cherché n'étant obtenu qu'au bout de quelques heures.

Les méthodes électriques permettent d'obtenir des résultats très satisfaisants en quelques secondes et sans détériorer la pièce de bois à étudier. Ces méthodes reposent : soit sur la mesure directe de la résistance électrique du bois, qui varie considérablement en fonction de son humidité, lorsque l'on se trouve au-dessous du point de saturation des fibres ($\sim$ 30 pour 100) ; soit sur l'influence de l'humitité du bois sur la capacité et les pertes d'un condensateur placé dans un circuit haute fréquence, le bois servant dans ce cas de diélectrique.

Pour la mesure de la résistance électrique des bois, on emploie des électrodes qui se présentent sous la forme, soit d'aiguilles enfoncées à une distance fixe dans le bois et montées sur un bon isolant en s'arrangeant pour que le courant circule dans le sens des fibres du bois, soit de coussins de caoutchouc recouverts de métal entre lesquels l'échantillon de bois est pressé, le courant circulant alors dans toute l'épaisseur du bois.

Pour les appareils de mesure des caractéristiques diélectriques du bois, les électrodes sont simplement posées sur le bois dont l'épaisseur doit être suffisamment importante (15 à 20 mm).

La précision des méthodes de contrôle électriques (de l'ordre de $\pm$ 1 à 2 pour 100) dépend de divers facteurs : essence, densité, répartition de l'humidité et épaisseur du bois, température et humidité de l'air, contact entre les électrodes et le bois, direction des fibres. Des précautions sont donc indispensables pour obtenir la précision indiquée précédemment et des corrections sont bien souvent nécessaires.

Pour avoir une idée exacte de l'humidité d'un lot de bois, on recommande en outre d'effectuer les mesures sur un grand nombre d'échantillons et loin des extrémités. Il faut également, lorsque les bois ont été séchés artificiellement, les laisser se stabiliser un certain temps

Les tissus à base d'Orlon

L'Orlon, une des plus intéressantes des nouvelles fibres synthétiques, est à base de polyacrylonitrile. A l'heure actuelle, 40 des plus importantes filatures ont commencé la fabrication de tissus contenant de l'Orlon et 120 confectionneurs vont approvisionner les magasins de détail des États-Unis en costumes pour hommes.

Le *New York Times* a annoncé que ces costumes seront vendus de 45 à 100 dollars. Le tissu coûte, au yard (0,954 m), 1,75 dollar pour les mélanges Orlon-Rayonne et jusqu'à 5 dollars pour les mélanges Orlon-laine. Les tissus contenant de l'Orlon seraient plus solides et se froisseraient plus difficilement.

Tendances nouvelles de la giraviation

Les combinés, appareils mixtes de l'avenir

Le colonel Charles Renard, constructeur du premier dirigeable et grand maître ès sciences aéronautiques écrivait en 1903, deux ans avant sa mort : « Les aéroplanes qui donnent une sustentation économique sont certainement les appareils volants de l'avenir, mais ils ont besoin pour être complets de disposer de moyens pratiques de départ et d'atterrissage que des hélices sustentatrices bien employées pourront seules leur procurer. Il est probable que ce sont ces appareils mixtes qui offriront dans l'avenir les moyens de naviguer rapidement et avec sécurité dans les airs, sans le secours des ballons ».

Après avoir étudié et construit des hélices de dirigeables, le colonel Renard s'était en effet occupé aussi d'hélices sustentatrices qui s'en rapprochent beaucoup et avait construit un petit hélicoptère de quelques chevaux qui fonctionna à Chalais-Meudon.

Les procédés de sustentation connus à cette époque sont restés les mêmes aujourd'hui : d'abord le plus ancien, la poussée de l'air sur des surfaces inclinées et ayant un mouvement relatif par rapport à lui (principe du cerf-volant) complété par l'emploi d'hélices propulsives (l'aéroplane de la fin du siècle dernier et du début de ce siècle), puis l'hélice sustentatrice imaginée dès le XVe siècle par Léonard de Vinci (principe de l'hélicoptère) et enfin le plus jeune de tous, le ballon, qui ne remonte qu'à 1783.

Les uns et les autres ont eu au cours de l'histoire de l'aéronautique leurs partisans et leurs détracteurs, avec des périodes de succès et de déboires; chacun d'eux ayant des avantages et des inconvénients qui leur sont propres. Il était bien naturel que l'idée de les combiner pour profiter au maximum des avantages et d'éliminer les inconvénients germât dans les cerveaux des chercheurs.

Aujourd'hui les hélicoptères, fort délaissés au début du siècle après les progrès rapides réalisés par les avions, connaissent une nouvelle période de succès et sont en passe de rattrapper rapidement leur retard sur ces derniers. Par contre leurs inconvénients apparaissent davantage à l'usage : ils sont lourds, ne disposent que d'une faible charge utile, sont peu rapides et peu économiques. Tels quels, ils rendent cependant dès maintenant d'appréciables services dans les domaines les plus divers et pour n'en citer qu'un seul, celui du secourisme et du sauvetage de vies humaines tant à la guerre que dans les cataclysmes de toute sorte, l'un des exemples les plus récents étant celui du raz-de-marée et des inondations en Hollande et en Angleterre. La « giraviation », sœur cadette de l'aviation, est née et tend à se développer rapidement.

L'hélicoptère « pur », c'est-à-dire réduit, pourrait-on dire, à sa plus simple expression, est certes encore perfectible, mais on commence à envisager sérieusement des « combinaisons » annoncées par le colonel Renard, dans lesquelles seraient réunis en un seul appareil plusieurs des procédés de sustentation précités et comprenant plus particulièrement des hélices sustentatrices.

Différents types de combinés. — Le nombre des combinaisons possibles est assez élevé et nous allons d'abord les passer en revue pour déterminer ensuite par discrimination celles qui présentent quelque intérêt, comme susceptibles d'applications pratiques. Signalons en passant que les ingénieurs américains spécialistes de ces questions se sont récemment et pour la deuxième fois réunis en un Congrès à Philadelphie pour présenter des suggestions et en discuter. Il faut d'abord rappeler quelques tentatives anciennes, la première en date paraissant être celle du Gyroplane Bréguet-Richet n° 2 construit vers 1908 à Douai, qui comportait des voilures fixes et des hélices de grand diamètre inclinées à demeure sur les voilures fixes. Plus tard en 1932 et à la suite des résultats intéressants fournis par l'autogire de La Cierva, l'ingénieur américain Herrick réalisa sous le nom de Vertaplane un appareil comportant une voilure inférieure fixe et une voilure supérieure susceptible d'être maintenue fixe ou tournante à volonté, l'ensemble propulsé par une hélice tractrice classique.

Un certain nombre de vols furent réalisés avec cet appareil. Mais depuis que les hélicoptères volent couramment, la réalisation la plus avancée est celle connue sous le nom de Gyrodyne, qui se borne à adjoindre une hélice propulsive à un hélicoptère classique, moyen par lequel on peut obtenir un accroissement sensible de la vitesse maximum, mais dans lequel la sustentation est toujours obtenue uniquement par la voilure tournante ou rotor, entraînée directement par le moteur pour le vol vertical, ou tournant en autorotation dans le vol horizontal avec possibilité de régimes intermédiaires dans lesquels la puissance peut être répartie en diverses proportions entre les deux organes : voilure tournante et hélice propulsive (fig. 1). Il n'est pas possible avec ces types d'appareils d'atteindre des vitesses comparables à celles des avions, car la vitesse de translation, s'ajoutant à la vitesse périphérique du rotor pour les extrémités des pales qui avancent dans le sens de la marche, fournit un total qui dépasse rapidement la vitesse du son, génératrice de surpressions dangereuses; en outre, l'écart de vitesse entre les pales qui avancent et celles qui reculent devient considérable et provoque de violentes vibrations auxquelles il est difficile de parer.

Force nous est donc, si l'on veut réaliser de grandes vitesses, d'avoir recours à des voilures fixes pour la sustentation en vol horizontal suivant le principe énoncé par Charles Renard, les voilures tournantes n'étant plus utilisées que comme auxiliaires, en particulier pour le départ et l'atterrissage. La première et la plus grosse difficulté qui se présente dans la réalisation d'un tel appareil, c'est celle du poids de construction; car il faut ajouter à celui de l'hélicoptère, qui ainsi que nous l'avons fait remarquer est déjà très élevé, celui de la voiture fixe qui est loin d'être négligeable, de sorte que le poids de construction d'un tel engin pourra atteindre facilement les 3/4 ou les 4/5 du poids total; ce ne saurait donc être un appareil très économique.

Par ailleurs, les dispositions et les dimensions relatives des voilures fixes et tournantes posent des problèmes nouveaux encore peu étudiés jusqu'ici. Enfin il reste à déterminer si les voilures tournantes devront continuer ou non à assurer une part de la sustentation dans le vol horizontal. Si on ne les utilise que pour le départ et l'atterrissage on peut les simplifier et les alléger au maximum en les réduisant par exemple à une seule pale tournante comme dans le projet américain Sikorsky; on envisage même de pouvoir, dans le vol horizontal, rétracter cette pale à l'intérieur du fuselage à la manière du train d'atterrissage. Il nous paraît peu expédient de laisser ainsi inutilisé dans le vol horizontal un élément de surface portante qui pourrait continuer à concourir à la sustentation, soit en l'immobilisant complètement, soit en réduisant sa vitesse de rotation, de manière à ne pas atteindre des vitesses dangereuses à l'extrémité de pale avançante.

Dans le combiné « convertible » conçu par Le Page et en

Fig. 1. — *Le « Gyrodyne » Fairey.*

Ce combiné comporte une hélice propulsive à l'extrémité de l'aileron de droite, assurant à la fois la propulsion et la poussée anticouple, tandis que le rotor tripale assure la sustentation (*Photo* Charles E. Brown).

cours de réalisation par Bell, les mêmes rotors de grand diamètre sont successivement utilisés comme sustentateurs, puis comme propulseurs, leur axe s'inclinant de la verticale à l'horizontale (fig. 2). De l'avis de la plupart des techniciens français, cette solution est critiquable, les diamètres qui conviennent aux propulseurs étant nettement inférieurs à ceux qui conviennent aux sustentateurs; on est conduit ainsi à adopter une cote mal taillée au détriment du rendement de la machine.

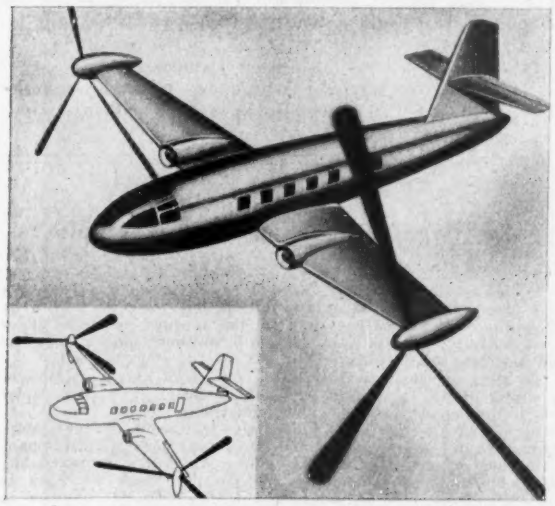

Fig. 2. — *Type de convertible Le Page pour le transport des passagers.*

Appareil en cours de réalisation par le commandant Guerrieri et la Société Bell. L'axe de rotation des hélices, horizontal pour la propulsion, devient vertical pour l'envol et l'atterrissage (en bas, à gauche).

(D'après *American Helicopter*, janvier 1953).

Combinés à réaction. — Dans les « combinés » la réaction est appelée à rendre les plus grands services et pourra être utilisée sous des formes très diverses. On est allé jusqu'à envisager de remplacer les rotors classiques des hélicoptères par des réacteurs très puissants à axe vertical susceptibles de soulever à eux seuls le poids total de la machine à l'instar des V2 allemands, solution extrêmement osée, car s'il est à la rigueur admissible qu'on puisse assurer par ce procédé l'envol vertical d'une machine montée, il reste problématique qu'on puisse régler avec assez de précision la poussée fournie par de tels engins pour équilibrer exactement le poids de la machine et lui permettre des atterrissages moelleux.

Par contre, des réacteurs tournants installés, soit en bout des pales soit autrement, constituent un dispositif essentiellement simple et léger pour assurer la rotation des dites pales, tandis que les turbo-réacteurs des avions modernes pourront assurer à ces « combinés » des vitesses horizontales du même ordre que celles des avions à réaction.

Pour ce qui est du rendement économique, les consommations en combustible de ces engins resteront certes assez élevées, mais il ne faut pas perdre de vue, si on veut établir un bilan complet, qu'ils n'auront plus besoin de ces longues pistes cimentées indispensables aux avions classiques, et dont le prix de revient considérable absorbe une part énorme du budget de l'aéronautique en outre qu'elles privent l'agriculture de terrains qui seraient mieux employés autrement; enfin ces pistes peuvent être facilement détruites par l'ennemi. Pour des appareils moins rapides on conservera la propulsion par hélice et moteur à piston, un peu plus économique et pouvant répondre à de nombreux besoins.

Une conception audacieuse : l'hélicoptère auxiliaire de l'avion. — La conception la plus osée a été présentée au Congrès de Philadelphie par le docteur A. J. Bennett, ingénieur de la giraviation anglaise. Selon cette conception, les deux parties constituant le combiné, c'est-à-dire l'avion et l'hélicoptère, ne sont plus réunies entre elles d'une manière permanente mais seulement au moment de l'envol et de l'at-

terrissage. Autrement dit, l'hélicoptère, qui serait du type à réacteurs en bout de pales, type qui donne les charges utiles les plus élevées, viendrait au départ se fixer sur le dos de l'avion pour l'enlever dans les airs à la manière d'un oiseau de proie et l'abandonner ensuite lorsque l'ensemble aurait atteint une vitesse de translation horizontale permettant à l'avion de voler par ses propres moyens. Même si à ce moment l'avion devait faire une abattée pour atteindre sa vitesse de régime en vol horizontal, l'inconvénient ne serait pas très grand.

La manœuvre inverse, relative à l'atterrissage, apparaît, elle, comme beaucoup plus problématique. L'hélicoptère qui a servi à l'envol vertical ne peut pas évidemment suivre l'avion dont la vitesse est beaucoup plus élevée et son rôle terminé au bout d'un espace de temps relativement court, il reviendra à terre. A son point d'arrivée souvent fort éloigné du point de départ, l'avion devra donc trouver un autre hélicoptère susceptible de le prendre en charge et de l'amener doucement à terre à la verticale.

Il est de fait qu'avec un pareil système, les longues et coûteuses pistes d'atterrissage indispensable aux modernes avions rapides à réaction ne seraient plus nécessaires, mais il faudrait les remplacer par des hélicoptères répartis en tous les points où ces avions sont susceptibles d'atterrir et toujours prêts à prendre l'air au moment de l'arrivée de ces derniers.

Quant à la manœuvre d'accrochage en vol de l'avion sous l'hélicoptère, il est facile d'imaginer combien elle peut être délicate et comporter de risques, au moins pour l'avion, en cas d'insuccès.

Les essais de ravitaillement d'avions en vol, qui offrent le même genre de difficulté mais à un degré sensiblement moindre, n'ont en fait été employés que dans des cas très spéciaux pour battre des records de distance ou de durée mais n'ont pu jusqu'ici entrer dans la pratique courante, par suite des difficultés et du prix de revient de ce genre d'opération.

Emplois pacifiques; le ballon. — Les types de machines que nous avons examinés trouveraient principalement leurs emplois à la guerre, mais les hélicoptères se sont montrés aptes à de nombreuses besognes pacifiques dans les domaines les plus divers, besognes pour lesquelles on pourra aussi utiliser avantageusement certains « combinés », différents évidemment des précédents, une machine devant être avant tout conçue en vue du but qu'elle a à remplir. Il existe en particulier parmi ces besognes pacifiques plusieurs applications où la vitesse n'est pas nécessaire et où c'est la question économique qui domine très nettement, en particulier l'épandage des insecticides en agriculture et le coltinage des matériaux sur des chantiers peu accessibles par voie terrestre, tels que les barrages en hautes vallées.

Nous pourrions bien voir même réapparaître, pour ces applications, le ballon, si délaissé ces derniers temps, non plus employé seul, mais lui aussi en combiné avec des rotors sustentateurs. Le ballon est en effet à beaucoup près le procédé de sustentation le plus économique de tous, son renflouement en gaz léger restant d'un prix de revient infime en regard des dépenses en combustibles nécessitées par les autres procédés, en particulier les hélicoptères purs. Cette idée n'est d'ailleurs pas nouvelle et le « Gironef » bien conçu et bien réalisé peut constituer un engin pratique, économique, durable, très facile à manœuvrer, au point qu'il est possible de le diriger du sol par télécommandes, sans aucun pilote à bord. Le mécanisme en est classique et d'autant plus facilement réalisable que la marge de poids est beaucoup plus large ici que dans les autres types d'appareils. Seule la question des enveloppes fort délaissée depuis quelque temps devrait être réétudiée; en faisant appel aux progrès considérables réalisés depuis peu dans l'industrie des matières plastiques, nul doute que l'on n'arrive à de très bons résultats.

Il reste encore un certain nombre d'autres combinaisons dans lesquelles on peut réunir deux ou même tous les procédés de sustentation susénoncés, et la plupart de ces combinaisons qui ont d'ailleurs été déjà réalisées, au moins sous la forme de modèles réduits, sont susceptibles de voler; elles volent de façon différente et ont des performances différentes. Elles n'ont eu jusqu'ici qu'un intérêt de curiosité, et tant qu'elles ne répondront pas à des besoins bien déterminés, il n'y a pas lieu d'en poursuivre la mise au point, ni de s'en occuper davantage.

Pendant tout le siècle dernier, alors que l'on cherchait vainement la direction des ballons, et que l'avion n'était pas encore né, des dessinateurs fantaisistes se plurent à représenter le ciel sillonné d'engins volants de toutes sortes et de toutes formes, les uns munis, les autres dépourvus de ballons et où l'hélice et la réaction se disputaient le soin de la propulsion. Il n'est plus douteux aujourd'hui que le jour est proche où plus d'une de ces anticipations va devenir réalité.

Colonel Maurice Lamé,
Ingénieur aéronautique, Président d'honneur
de l'Hélicoptère-Club de France.

Contre la pollution de l'atmosphère

Une intéressante méthode de destruction des fumées, vapeurs et produits industriels gazeux déversés dans l'atmosphère des centres manufacturiers a été mise au point par l'ingénieur français Eugène Houdry, l'inventeur du procédé de cracking catalytique des pétroles qui s'est largement développé aux États-Unis d'abord, dans le monde entier ensuite.

Le nouveau procédé est basé sur l'emploi de blocs en forme de brique contenant chacun 73 baguettes de porcelaine recouverte d'un catalyseur constitué par une association d'alumine et d'un alliage de platine.

Les fumées ou les gaz à purifier passent dans les interstices des baguettes d'un empilage de ces briques avec une quantité d'air suffisante. On obtient ainsi une oxydation complète des vapeurs, fumées et gaz combustibles, cela à une température inférieure à leur degré normal d'inflammation. Simultanément la réaction dégage une quantité de chaleur qui peut être utilisée à la production de vapeur ou à tout autre usage.

On peut ainsi détruire les fumées, les vapeurs d'huiles, de solvants industriels des fabriques de vernis, d'encres, d'hydrocarbures et de produits organiques divers.

La bagasse n'est plus sans emploi

La bagasse est le résidu insoluble de la canne à sucre après extraction du sucre. Sa production mondiale est de l'ordre de 25 millions de tonnes par an. Elle était inutilisée jusqu'ici et on s'en débarrassait le plus souvent en la brûlant, bien qu'elle soit un médiocre combustible.

La mise en valeur de cette masse était d'un grand intérêt économique et son utilisation pour la fabrication de pâte à papier entre maintenant dans sa phase industrielle.

En octobre dernier, aux États-Unis, M. Charles Sanyer, alors ministre du Commerce, a déclaré qu'on pouvait maintenant fabriquer, à partir de la bagasse, une pâte à papier convenable, utilisable seule ou en mélange avec d'autres fibres. En mars de cette année, la « Valentine Pulp and Paper Cy » a annoncé la mise en chantier en Louisiane d'une usine, la première des États-Unis et sans doute du monde, pour la fabrication commerciale de pâte à papier et de papier journal à partir de bagasse. L'usine sera terminée en 1953 et sa capacité de production annuelle sera de 17 250 t. Une partie de la pâte de cellulose obtenue sera utilisée pour la fabrication de rayonne, de cellulose transparente et de diverses matières plastiques.

Un problème de Biologie végétale appliquée : Le désherbage des champs de Céréales

A MESURE que la population humaine s'accroît, l'agriculture est obligée d'augmenter de plus en plus le rendement des terres cultivées. Ce souci est à l'origine de tous les efforts techniques : l'emploi méthodique des engrais, l'adaptation des cultures aux terrains et aux climats, l'amélioration des plantes, ne sont en effet que des moyens d'accroître la production à l'hectare. Mais lorsque l'agriculteur croit avoir réuni tous les facteurs du succès, il lui faut encore compter avec les conditions météorologiques; enfin divers ennemis s'attaquent aux cultures et l'on ne récolte en fin de compte que ce que les parasites ont laissé. Ces parasites sont, soit des animaux, soit des végétaux, soit enfin des virus. Parmi les plus redoutables, on peut citer le Doryphore, les Rouilles, les Virus de la Pomme de terre, le Mildiou de la Vigne et celui de la Pomme de terre, etc.; l'étendue des ravages qu'ils provoquent a été maintes fois soulignée. On a moins insisté sur les dégâts causés par les plantes adventices; pourtant les plus répandues, par exemple les coquelicots, les chardons ou les moutardes, provoquent dans certaines cultures, notamment dans les champs de Céréales, des pertes de rendement pouvant atteindre 80 pour 100. Il s'agit là d'un cas particulièrement défavorable. D'autres fois au contraire, les terres sont propres et la concurrence des adventices ne joue guère. Il existe enfin toute une série d'intermédiaires.

Les plus récentes évaluations des pertes causées par les mauvaises herbes atteignent cinq milliards de dollars par an pour les États-Unis. En 1917, Schribaux estimait à 500 millions de francs la perte subie annuellement par les producteurs français de céréales du fait des mauvaises herbes. Compte tenu de la dépréciation de la monnaie et de la réduction des emblavements, le chiffre de 20 milliards ne semble pas exagéré pour l'époque actuelle. Ces chiffres alarmants expliquent que les agriculteurs consciencieux se préoccupent de nettoyer leurs champs.

Méthodes de lutte contre les mauvaises herbes : le désherbage chimique. — L'entretien méticuleux des terres constitue le meilleur moyen d'éliminer les plantes adventices. Cette élimination est facile dans le cas des cultures sarclées, telles que la Betterave, par exemple. Elle est plus aléatoire lorsqu'il n'intervient aucune façon culturale tardive. C'est le cas des céréales qu'on soumet au roulage et au hersage avant que les mauvaises herbes ne soient vraiment développées. Lorsque les terres ensemencées en céréales sont favorables au développement des mauvaises herbes et que l'agriculteur ne peut se résoudre à les entretenir convenablement, on est obligé de recourir à des agents chimiques. Ces agents doivent être sélectifs, c'est-à-dire s'attaquer aux mauvaises herbes sans endommager les Céréales. Cela est possible, car les Céréales sont particulièrement résistantes aux actions chimiques.

Les premiers essais de désherbage sélectif furent réalisés à la fin du siècle dernier au moyen de sels de cuivre, puis de sulfate ferreux anhydre ou hydraté. Les Céréales manifestaient une résistance convenable à l'égard de ces produits, tandis que certaines mauvaises herbes, par exemple la Moutarde, ne résistaient pas à ce traitement. Mais pour obtenir une bonne efficacité, il

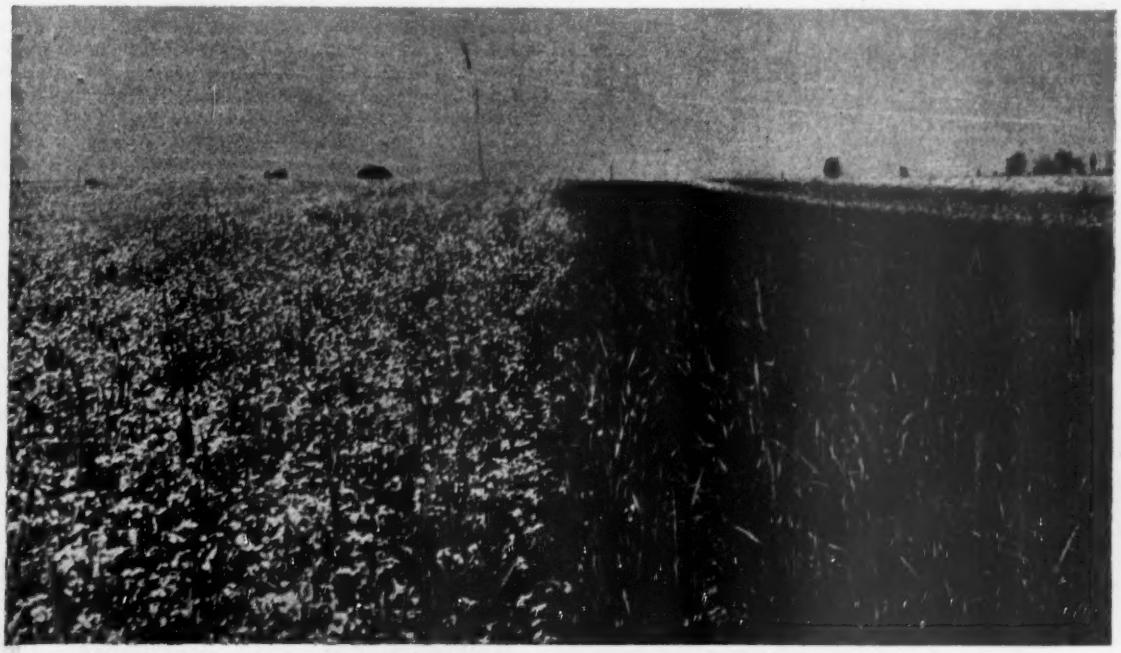

Fig. 1. — *Destruction de la Ravenelle* (Raphanus raphanistrum) *par un colorant nitré : le dinitrophénate d'ammonium.*
Un champ d'Avoine de printemps était envahi par la Ravenelle ; *à droite*, parcelle traitée ; *à gauche*, parcelle témoin.
(*Photo* PROGIL).

Tableau I

Action des désherbants chimiques sur les principales mauvaises herbes

Les lettres **R**, **r**, **s**, **S** correspondent à des sensibilités croissantes à l'égard des désherbants considérés. **R** concerne des mauvaises herbes ne pouvant être détruites par le produit considéré, et **S** signifie au contraire que la destruction s'obtient très facilement ; **r** et **s** expriment des intermédiaires. Dans le cas des hétéro-auxines, les catégories de sensibilité peuvent être chiffrées. **S** correspond à des adventices très sensibles pouvant être détruites par des doses d'hétéro-auxine inférieures à 1 kg/ha ; **s** à des mauvaises herbes dont la destruction peut être obtenue par une dose d'hétéro-auxine comprise entre 1 et 2 kg/ha ; **r** à des adventices pour lesquelles il faut dépasser largement 2 kg. Les tirets indiquent des cas encore mal connus.

Plantes adventices	Degré de sensibilité			
		Colorants nitrés		
	SO_4H_2	Dinitro-orthocrésol	Dinitro-butylphénol	Hétéro-auxines désherbantes
Achillée millefeuille, *Achillea millefolium*	R	R	R	r (1)
Ail des vignes, *Allium vineale*	—	—	—	R
Alchemille, *Alchemilla arvensis*	r	r	—	R
Anthemis, *Anthemis arvensis*	s	s	s	r
Armoise, *Artemisia vulgaris*	—	—	—	s
Bifora, *Bifora dicocca*	—	—	—	R
Bleuet, *Centaurea Cyanus*	r	s	s	s
Bourse-à-pasteur, *Capsella Bursa-pastoris*	S	s	S	s
Caille-lait blanc, *Galium Mollugo*	R	R	R	R
Carotte sauvage, *Daucus Carota*	R	R	R	s
Chardons, *Cirsium arvense*	R	r	r	s (2)
» *C. lanceolatum*	R	R	—	s
Chénopodes, *Chenopodium album*	r	s	S	s
» *Ch. Bonus-Henricus*	—	—	—	r
Chiendent, *Agropyrum repens*	R	R	R	R
Chrysanthème des moissons, *Chrysanthemum segetum*	s	s	S	R
Coquelicot, *Papaver Rhœas*	s	S	—	s
Fumeterre, *Fumaria* sp.	R	S	S	R
Gesse, *Lathyrus aphaca*	s	—	—	r
Gratteron, *Galium aparine*	S	s	R	R
Laiteron, *Sonchus arvensis*	R	r	r	r
Lampsane, *Lampsana communis*	—	—	—	r
Liseron, *Convolvulus arvensis*	R	R	R	s
Luzerne hérissée, *Medicago hispida*	—	—	—	s
Lychnis dioïque, *Lychnis dioica*	—	—	—	R
Matricaire, *Matricaria Chamomilla*	r	s	s	r
» *M. inodora*	s	s	s	r
Mouron, *Stellaria media*	—	s	s	R
Moutarde, *Sinapis arvensis*	S	S	S	S (3)
Nielle, *Agrostemma Githago*	s	s	s	r
Ortie royale, *Galeopsis tetrahit*	S	S	S	r
Oseille, *Rumex Acetosa*	—	R	R	s
Petite Oseille, *R. Acetosella*	R	s	s	r
Parelle, *Rumex crispus*	—	R	R	s
» *R. obtusifolius*	—	R	R	s
Passerage, *Lepidium Draba*	—	R	R	r
Peigne-de-Vénus, *Scandix Pecten Veneris*	s	s	s	r
Ravenelle, *Raphanus raphanistrum*	s	S	S	S (3)
Renoncule âcre, *Ranunculus acris*	R	R	—	s (4)
» des champs, *R. arvensis*	r	s	s	S (4)
» rampante, *R. repens*	R	r	s	r
Renouée des oiseaux, *Polygonum aviculare*	s	s	S	r
Renouée Liseron, *P. Convolvulus*	s	s	S	r
Renouée Persicaire, *P. Persicaria*	—	s	S	r
Séneçon, *Senecio vulgaris*	R	s	—	s
» *S. Jacobea*	—	R	—	r
Silène, *Silene inflata*	—	R	—	r
Souci, *Calendula arvensis*	r	s	—	R
Tabouret, *Thlaspi arvense*	S	S	—	S
Véroniques, *Veronica* ssp.	s	s	s	s
Vesce, *Vicia sativa*	s	s	s	s
Vipérine, *Echium vulgare*	—	r	r	r

1. Sensible aux esters du 2-4 D.
2. Plusieurs traitements sont nécessaires pour la destruction complète.
3. Très sensible : détruite par une dose de 2-4 D inférieure à 500 g/ha.
4. Particulièrement sensible au M.C.P.A.

fallait employer des doses prohibitives, allant de 40 kg à l'hectare pour les sels de cuivre jusqu'à 500 kg à l'hectare dans le cas du sulfate de fer.

Au début du XXe siècle, on constata que certains engrais, par exemple la cyanamide calcique $Ca\begin{matrix}N\\N\end{matrix}\!\!=\!\!C$ et la Sylvinite, mélange de chlorures de potassium, de sodium, et de sels de magnésium, possédaient des propriétés herbicides. C'est ainsi que l'épandage de 500 kg à l'hectare de Sylvinite contenant 25 pour 100 de cyanamide calcique détruisait diverses dicotylédones adventices. Cette méthode a joui d'une faveur passagère, mais son efficacité était irrégulière.

Emploi de l'acide sulfurique. — Le problème du désherbage chimique des céréales fut rénové après que Rabaté eut découvert, en 1911, les propriétés herbicides de l'acide sulfurique. A la dose de 40 à 100 kg à l'hectare, cet acide détruit de nombreuses Dicotylédones annuelles à feuilles étalées (voir le tableau I), par exemple les Crucifères, le Coquelicot, la Nielle, certaines Matricaires (*Matricaria inodora*), le Chrysanthème des moissons, le Peigne de Vénus, l'*Anthemis Cotula*, etc. Il ne fait qu'endommager les Dicotylédones poilues ou cireuses ou à feuilles sclérifiées qui ne se laissent pas pénétrer par le liquide. De nombreuses Monocotylédones adventices, notamment des Graminées et des Liliacées, sont résistantes. L'acide sulfurique est un herbicide de contact qui ne s'attaque qu'à l'appareil aérien, de telle sorte que les plantes vivaces ne sont endommagées que temporairement. C'est par exemple le cas des Chardons et du Liseron. Le traitement provoque une dépression passagère du développement de la Céréale, mais celui-ci est ensuite stimulé. Cette stimulation est d'ailleurs indirecte; elle résulte du fait que l'acide sulfurique libère des bases du sol qui jouent alors le rôle d'engrais. La résistance des Céréales est étonnante; le Blé peut par exemple supporter sans être tué des solutions contenant 30 pour 100 d'acide sulfurique. Cette particularité est due en partie au fait que le port dressé et la cuticule très lisse recouvrant les feuilles empêchent la rétention du liquide, et surtout à la situation du bourgeon terminal qui est protégé par plusieurs gaines foliaires le mettant à l'abri des pulvérisations d'acide.

Dans l'ensemble, l'acide sulfurique est un excellent désherbant, mais ses propriétés corrosives rebutent souvent les agriculteurs. Le traitement coûte entre 1 000 et 3 500 F à l'hectare.

Emploi des colorants nitrés. — Un nouveau progrès dans le désherbage chimique fut réalisé en 1933 par Pastac et Truffaut. Ils avaient pensé que certains dérivés nitrés utilisés comme fixateurs histologiques, en raison de leur grande toxicité, pourraient être doués de propriétés herbicides. Cette remarque leur suggéra de faire agir divers colorants nitrés sur les mauvaises herbes. L'un d'eux, le dinitroorthocrésol (fig. 2) leur fournit d'excellents résultats. On utilise également des dinitrophénols et des xanthols. Le plus récent de ces colorants nitrés

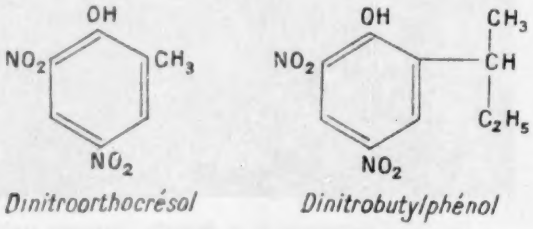

Fig. 2 et 3. — *Deux colorants nitrés herbicides : le dinitroorthocrésol* (à gauche) *et le dinitrobutylphénol.*

Fig. 4 et 5. — *Action du 2-4 D sur le Chardon* Cirsium arvense.
A gauche, aspect normal du Chardon ; *à droite*, après action du 2-4 D, on constate que les feuilles sont peu développées et très déformées.
(*Photo Station expérimentale de la Dargoire*).

est le dinitrobutylphénol (fig. 3) qui est un peu plus actif que les autres dérivés phénoliques.

Ces herbicides sont très polyvalents. Ils détruisent par exemple les Crucifères (fig. 1), le Coquelicot, le Mouron, les Fumeterres, la Nielle, les Polygonums, les Chénopodes, etc. (voir le tableau I). Ce sont, comme l'acide sulfurique, des toxiques de contact qui provoquent la nécrose des organes soumis directement à leur action. Ils ne détruisent donc pas les végétaux vivaces, mais ne font que tuer leur appareil aérien et les plantes repoussent ensuite grâce au développement de leurs racines ou de leurs rhizomes demeurés intacts. C'est notamment le cas des Chardons et du Liseron. Aux doses normales d'utilisation allant de 5 à 10 kg à l'hectare, ils sont à peu près dépourvus de toxicité pour les Céréales. Malheureusement, leur emploi est vraiment coûteux, car il entraîne une dépense de 2 500 à 5 000 F à l'hectare, déduction faite des frais matériels d'application.

Dans l'ensemble, les herbicides qui viennent d'être examinés présentent en commun les deux défauts suivants :

1° Obligation de traiter très tôt, lorsque les adventices n'ont que deux à trois feuilles;

2° Impossibilité de détruire les espèces vivaces.

Emploi des hétéro-auxines. — L'utilisation toute récente de certaines hétéro-auxines a permis de réaliser de nouveaux progrès dans le désherbage sélectif. Cette utilisation fut suggérée par l'étude des propriétés physiologiques de ces hormones végétales.

Les recherches entreprises sur l'acide indole-acétique, l'une des premières auxines connues, ont établi qu'à haute dose cette substance détermine une prolifération anarchique des tissus des

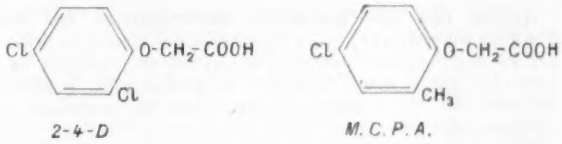

Fig. 6 et 7. — *L'acide 2-4-dichlorophénoxyacétique, ou 2-4 D* (*à gauche*), ***et l'acide 2-méthyl-4-chlorophénoxyacétique, ou M.C.P.A.***

Dicotylédones. Il en résulte un trouble de l'équilibre physiologique de la plante, qui provoque sa mort. Au contraire, la plupart des Monocotylédones, et particulièrement les Graminées, ne sont pas atteintes. Les doses auxquelles ces phénomènes s'observent sont toutefois trop élevées pour qu'on ait pu employer l'acide indole-acétique comme désherbant. Mais, par la suite, on découvrit que certains dérivés chlorés de l'acide phénoxyacétique possédaient, à dose cent fois plus faible, les mêmes propriétés que l'acide indole-acétique, et l'on envisagea de s'en servir comme herbicide.

Pour le désherbage des Céréales, on utilise essentiellement deux hétéro-auxines : l'acide 2-4-dichlorophénoxyacétique appelé vulgairement 2-4-D (fig. 6) et l'acide 2-méthyl-4-chlorophénoxyacétique, ou M.C.P.A. (fig. 7). Les propriétés herbicides de ces substances furent découvertes en 1941-1942 par trois chercheurs britanniques, Slade, Sexton et Templeman. Mais la publication des résultats fut différée pendant quelques années, pour des raisons de protection commerciale.

Le 2-4 D est utilisé : sous forme de solutions aqueuses de sel de sodium, de sels de triéthanolamine, de diéthanolamine et de diméthylamine, et aussi à l'état d'ester éthylique, généra-

lement dissous dans de l'huile et dispersé à l'état d'émulsions aqueuses. Quant au M.C.P.A., il n'est guère employé que sous forme de sel de sodium. Les doses utilisées en pratique vont de 0,5 kg à 2 kg à l'hectare et les traitements coûtent en moyenne de 950 F à 3 800 F à l'hectare, déduction faite des frais matériels d'application.

Les hétéro-auxines désherbantes présentent par rapport aux autres herbicides les avantages suivants :

1° Elles s'introduisent dans le végétal, circulent dans tous les tissus et attaquent l'appareil souterrain, ce qui leur permet de détruire, non seulement des espèces annuelles telles que la Ravenelle, la Moutarde, le Coquelicot, etc., mais aussi des plantes vivaces, par exemple le Liseron ou les Chardons (tableau I, fig. 4 et 5).

2° Elles opèrent non seulement sur les plantes jeunes, mais aussi sur les plantes adultes.

Ces deux avantages ont entraîné l'approbation des praticiens, de telle sorte que l'emploi des hétéro-auxines désherbantes ne tarda pas à se généraliser.

Les premiers protagonistes de ces substances croyaient qu'elles intoxiquaient les mauvaises herbes sans agir sur les Céréales. C'était là un point de vue trop optimiste. Chabrolin [1] et Thellot avaient en effet signalé en 1947 que les hétéro-auxines désherbantes peuvent intoxiquer les jeunes plantules de Céréales. Plus tard, des recherches étendues établirent qu'en réalité la sélectivité des hétéro-auxines désherbantes est très nuancée. Les diverses espèces de mauvaises herbes sont en effet plus ou moins sensibles à l'action des hétéro-auxines désherbantes et il en est de même des diverses espèces de Céréales et même des variétés d'une espèce donnée. Pour apporter une solution rationnelle au désherbage par les hétéro-auxines, il fallait donc étudier non seulement leur action sur les mauvaises herbes, mais aussi les réactions des Céréales, et confronter enfin ces deux catégories de données. Nous allons examiner brièvement les résultats de cette étude.

Action des hétéro-auxines désherbantes sur les plantes adventices. — La destruction des mauvaises herbes par les hétéro-auxines désherbantes dépend de nombreux facteurs, tels que la nature et la dose du produit actif, la nature de l'adventice, son degré de développement, les conditions climatiques, etc.

D'une manière générale, les quatre types d'hétéro-auxines peuvent se classer de la manière suivante, par ordre d'activité décroissante; ester éthylique du 2-4 D > sels d'éthanolamine du 2-4 D > sel de sodium du 2-4 D > sel de sodium du M.C.P.A. Ce dernier produit est généralement moins actif que le sel de sodium du 2-4 D, mais dans le cas de certaines mauvaises herbes, par exemple *Ranunculus acris*, il est au contraire plus toxique.

Si l'on compare les réactions de nombreuses adventices à l'égard d'un produit désherbant donné tel que le sel de sodium du 2-4 D, par exemple, on constate que les doses nécessaires pour obtenir la destruction varient selon les espèces. Cette diversité s'exprime dans le tableau I qui permet d'apprécier la sensibilité des diverses adventices. Les plus sensibles sont détruites par une dose d'hétéro-auxine de l'ordre de 500 g à l'hectare, tandis que les plus résistantes peuvent supporter sans dommage 10 kg à l'hectare et vraisemblablebent davantage.

Il faut encore signaler que la sensibilité des adventices varie au cours de leur développement. Certaines, telles que la Nielle ou le Coquelicot, deviennent résistantes avec l'âge, tandis que d'autres, par exemple les Chardons ou le Chrysanthème des moissons, présentent une sensibilité accrue au moment de la floraison.

Action des hétéro-auxines désherbantes sur les céréales. — L'étude des propriétés des hétéro-auxines désherbantes débuta par l'analyse de leur action sur les adventices.

Dès que cette analyse fut suffisamment avancée, on vulgarisa cette nouvelle méthode de désherbage sans se préoccuper suffisamment des réactions possibles des Céréales. Mais des accidents ne tardèrent pas à se produire. On s'aperçut notamment que les Céréales manifestaient parfois des troubles de leur morphogenèse, par exemple une réduction de tallage, des déformations des épis, etc. Ces troubles entraînaient des chutes de rendement parfois considérables, pouvant atteindre 75 pour 100. Un retour sur le passé s'imposait donc et l'on comprit qu'il fallait étudier l'action des hétéro-auxines désherbantes sur les Céréales. Nous allons résumer les résultats de cette étude que nous avons entreprise, grâce au concours de l'Institut national de la recherche agronomique et de l'Association générale des producteurs de blé, et avec la collaboration de M. Roy.

Nous considérerons successivement l'action des hétéro-auxines désherbantes sur la morphogenèse des céréales, puis sur leur rendement.

Action sur la morphogenèse. — On peut observer des réactions de l'appareil souterrain, des tiges, des feuilles, des épis, et enfin des modifications générales de la végétation.

L'appareil souterrain réagit lorsque la plante est traitée pendant la période comprise entre le début de la germination et la fin du tallage. Cette réaction consiste dans la formation de nombreuses racines surnuméraires.

Les réactions des tiges sont caractérisées par un accroissement des nœuds; ceux-ci deviennent charnus, ils se transforment en points de moindre résistance, et la Céréale est alors sujette à la verse. Ce phénomène s'observe si l'on traite une Céréale ayant atteint 20 à 30 cm de hauteur.

Signalons encore que les traitements pratiqués avant la germination, c'est-à-dire les traitements de préémergence, déterminent la formation de feuilles tubuleuses identiques à des feuilles de jonc.

On constate en outre que les hétéro-auxines désherbantes provoquent un retard du développement des talles, retard d'autant

Fig. 8. — *Action du 2-4 D sur la morphogenèse des épis de Blé (variété Bastard de Rimpau).*

A gauche, épis normaux ; à *droite*, épis aberrants provenant de plantes ayant reçu pendant le tallage 2 kg à l'hectare de sel de sodium du 2-4 D.

1. M. Chabrolin, directeur de la Société pour la défense des cultures, a bien voulu revoir cet article et nous permettre de reproduire certaines photographies de sa collection (fig. 1, 4 et 5). Nous le remercions de son aimable et précieux concours.

plus accentué qu'il s'agit de talles plus éloignées de la tige principale.

Enfin, les épis des plantes traitées sont fréquemment altérés. Certaines altérations s'observent lorsque le traitement est pratiqué entre le début et la fin du tallage, c'est-à-dire pendant que l'épi est en train de s'organiser : elles sont par exemple caractérisées par la formation d'épis *bifurqués* ou même ramifiés, par l'absence de quelques épillets, par la soudure de glumes, par le raccourcissement des épis qui deviennent alors hirsutes (fig. 8). Ces déformations affectent l'ensemble des plantes traitées qui sont néanmoins fertiles, de telle sorte que le rendement n'est pas vraiment affecté.

Si l'on pratique le traitement au moment du gonflement (le gonflement correspond au moment où l'épi est suffisamment développé pour provoquer la dilatation de la gaine dans laquelle il est enfermé), on observe un autre type d'altération des épis résultant d'un phénomène de stérilité. Cette stérilisation est provoquée presque uniquement par l'ester éthylique du 2-4 D et s'observe même à des doses inférieures à celles conseillées pour le désherbage des céréales par les firmes commerciales (fig. 9). Pour l'expliquer, on peut admettre que l'ester, en raison de sa grande solubilité dans les lipides, s'introduirait rapidement dans les cellules-mères des grains de pollen et viendrait troubler leur méiose qui se produit précisément à l'époque du gonflement (rappelons que la méiose est la division cellulaire qui s'accompagne d'une réduction du nombre des chromosomes).

Fig. 9. — *Épis stériles de Blé Fylgia dans une parcelle traitée au 2-4 D.*
La parcelle avait reçu 0,5 kg à l'hectare d'ester éthylique du 2-4 D ; le traitement avait été réalisé au moment du gonflement.

Action sur le rendement. — Les hétéro-auxines désherbantes réduisent le rendement d'une manière variable en fonction des facteurs suivants : nature et dose de l'herbicide; stade atteint par la Céréale au moment du traitement; variété de la Céréale.

Nature et dose de l'herbicide. — La comparaison des principales formes d'hétéro-auxines a été faite pour le Blé Fylgia. Cette comparaison a établi que l'ester éthylique du 2-4 D possède une toxicité excessive. Dans un de nos essais, une dose de 800 g à l'hectare (dose normale d'utilisation), appliquée pendant la montée mais avant le gonflement, a provoqué une chute de rendement de 19,3 pour 100; les autres produits employés à dose double (1 600 g à l'hectare), c'est-à-dire dans des conditions permettant d'obtenir un pouvoir désherbant à peu près équivalent, ont déterminé des chutes de rendement bien plus faibles (10,5 pour 100 pour le sel de sodium et le sel de triéthanolamine du 2-4 D ; 2,5 pour 100 pour le sel de sodium du M.C.P.A.).

D'autres expériences, faites sur Avoine Victoire, Blé du Mesnil, Blé Étoile de Choisy, etc., ont confirmé cette conclusion car, dans ce cas encore, l'ester éthylique a provoqué une chute de rendement supérieure à celle déterminée par les autres produits, notamment le sel de sodium, même lorsque celui-ci était employé à une dose présentant approximativement le même pouvoir désherbant, c'est-à-dire à dose double. Un cas particulièrement remarquable est celui du Blé Vilmorin 27, qui représente la variété la plus cultivée en France. Dans un essai particulièreemnt réussi, ce blé, traité au stade du gonflement, a subi une chute de rendement de 9,5 pour 100 sous l'action d'un kilogramme à l'hectare d'ester éthylique du 2-4 D, tandis qu'une dose cinq fois plus forte de sel de sodium n'a provoqué aucune modification significative du rendement.

Stade atteint par la Céréale au moment du traitement. — Les Céréales, particulièrement les Blés d'hiver, subissent au cours de leur cycle évolutif des variations de leur sensibilité à l'égard des hétéro-auxines désherbantes. Ces variations diffèrent selon la nature du produit employé. Dans le cas de l'ester éthylique, on obtient une chute de rendement constante lorsqu'on traite à un moment quelconque du tallage ou de la première partie de la montaison. Mais des traitements pratiqués au moment du gonflement provoquent fréquemment une chute de rendement considérable qu'on explique par les phénomènes de stérilité examinés précédemment.

Au contraire, la chute de rendement provoquée par les autres produits ne varie guère en fonction du stade atteint par la Céréale au moment du traitement.

Variété de Céréales. — Si l'on compare les réactions de plusieurs Céréales à l'égard d'une hétéro-auxine donnée, on constate des différences notables d'une variété à l'autre. Le tableau II (page suivante) qui groupe les résultats de quelques essais de rendement permet d'apprécier ces différences.

Si l'on réalisait des essais de rendement sur de très nombreuses variétés, on pourrait les classer en fonction de leur sensibilité. Mais ces essais comparatifs de rendement sont trop coûteux et trop délicats pour qu'on ait pu les multiplier sans limite. On a obtenu cependant des résultats satisfaisants en réalisant des essais de rendement sur un certain nombre de Céréales prises comme références et en comparant ensuite leur comportement général à celui d'autres variétés au moyen d'essais plus simples. A la suite de ce travail, on a pu classer les principales variétés de Céréales en fonction de leur sensibilité à l'égard des hétéro-auxines désherbantes.

Les plus résistantes, par exemple le Blé Goldendrop 184, supportent sans aucun inconvénient 10 kg à l'hectare de sel de sodium du 2-4 D, tandis que les plus sensibles, par exemple, le Blé Fylgia, subissent une chute de rendement très importante sous l'influence d'une dose de sel de sodium du 2-4 D légèrement inférieure à 1 kg à l'hectare. Entre ces deux extrêmes, il existe toute une série d'intermédiaires.

Cette classification peut s'exprimer par un graphique indiquant le nombre de variétés de Céréales, soit d'hiver, soit de printemps, présentant tel ou tel degré de sensibilité à l'égard des hétéro-auxines désherbantes (fig. 10). On obtient ainsi deux courbes en cloche, dont la disposition montre que les Céréales de printemps sont plus sensibles que les Céréales d'hiver; mais il y a un chevauchement, car certaines Céréales d'hiver peuvent être aussi sensibles et même davantage que certaines Céréales de printemps.

TABLEAU II

ACTION DES HÉTÉRO-AUXINES DÉSHERBANTES SUR LE RENDEMENT DE QUELQUES CÉRÉALES

Les traitements furent réalisés pendant la montée, mais avant le stade du gonflement. Le Blé du Mesnil fut cependant traité plus tôt, à la fin du tallage.

Variétés	Dose en kg à l'ha	Différence de rendement en o/o par rapport au témoin	Validité (1)
A. Produit employé : sel de sodium du 2-4-D.			
Blé Fylgia	1,6	— 10,5	Significatif au seuil de 0,01
Avoine Victoire	1	+ 0,62	Non significatif
»	5	— 26,2	S. au s. de 0,01
Blé Etoile de Choisy	5	— 9,7	S. au s. de 0,01
Blé Nord-Desprez	5	0	Non significatif
»	10	— 7,8	S. au s. de 0,05
B. Produit employé : ester éthylique du 2-4-D.			
Blé Fylgia	0,8	— 19,3	S. au s. de 0,01
»	1,6	— 38,5	»
Avoine Victoire	1	— 26,35	»
Blé Etoile de Choisy	2	— 8,6	Non significatif
»	5	— 34	S. au s. de 0,01
Blé du Mesnil	5	— 12	S. au s. de 0,05
Blé Magdalena	5	— 15,7	S. au s. de 0,01
Blé Bon Fermier	5	— 14,1	»

1. Un résultat significatif au seuil de 0,01 a une chance sur 100 d'être dû au hasard ; s'il est significatif au seuil de 0,05, il a 5 chances sur 100 d'être dû au hasard.

Conséquences pratiques. — Pour dégager les conséquences pratiques de ces divers résultats, il suffit de confronter les données fournies par les Céréales et les adventices.

Les Céréales réagissent à l'action de doses de sel de sodium du 2-4 D allant de 0,8 kg à plus de 10 kg à l'hectare, selon les variétés, tandis que la destruction des mauvaises herbes exige suivant les espèces de 0,5 kg à 10 kg et même davantage. On voit donc que la gamme des doses efficaces à l'égard des adventices se superpose à celle des doses dangereuses pour les Céréales. Dès lors, il serait illusoire de proposer un type de traitement universel pouvant s'appliquer à tous les cas. Au contraire, chaque cas particulier doit être examiné séparément. Considérons pour finir quelques exemples.

Supposons qu'un champ d'Orge Gloire du Velay, qui résiste bien à 2 kg à l'hectare de sel de sodium du 2-4 D soit infesté d'une grande quantité de mauvaises herbes très sensibles, par exemple de Moutardes pouvant être détruites par 500 à 700 g à l'hectare; ici, la marge de sécurité est excellente et l'on obtiendra à coup sûr de bons résultats en utilisant juste la dose qu'il faut pour détruire l'adventice.

Mais d'autres fois cette marge est insuffisante et la dose de désherbant nécessaire pour éliminer l'adventice risque alors de provoquer une chute du rendement de la Céréale. Cela peut être le cas si une parcelle de Blé Flygia est envahie par des Chardons ou du *Medicago hispida*. La destruction de ces adventices exige en effet une dose de sel de sodium du 2-4 D un peu inférieure à 2 kg à l'hectare, alors qu'une dose de 0,8 kg risque de provoquer une chute de 11 pour 100 du rendement de la Céréale. Dans ce cas, il vaut mieux s'abstenir de traiter, sauf si la densité des adventices est telle qu'elles risquent de déterminer une chute de rendement supérieure à celle provoquée par l'hétéro-auxine.

Le maniement des hétéro-auxines désherbantes est donc

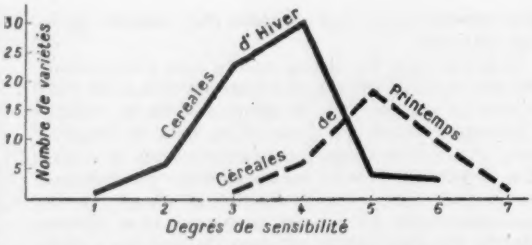

Fig. 10. — ***Répartition des Céréales en fonction de leur sensibilité à l'égard des hétéro-auxines désherbantes.***

On a établi deux polygones de fréquence distincts correspondant respectivement aux Céréales d'hiver et à celles de printemps. Dans chaque cas, les Céréales les plus nombreuses présentent une sensibilité moyenne. Dans l'ensemble, les Céréales de printemps sont plus sensibles que celles d'hiver, mais les deux polygones présentent une partie commune, ce qui prouve que certaines Céréales d'hiver possèdent la même sensibilité que certaines Céréales de printemps.

extrêmement délicat. Rares sont les cultivateurs qui peuvent en tirer le meilleur parti. Il serait souhaitable que leur emploi fût confié à des équipes de spécialistes ayant reçu une formation solide.

Une conclusion simple se dégage toutefois de ces travaux; elle concerne le danger de l'ester éthylique du 2-4 D, en raison de sa toxicité trop grande à l'égard des Céréales, particulièrement lorsqu'on réalise les traitements au moment du gonflement. Or, ces traitements tardifs ne peuvent pas toujours être évités, car fréquemment le mauvais temps empêche de traiter de bonne heure. Ce produit présente en outre l'inconvénient d'endommager des cultures sensibles (Colzas, Lins, Vignes, plantes maraîchères, arbres fruitiers, etc.) à une distance parfois très grande des champs traités. Cette action résulte soit de la volatilité de l'ester, soit de l'intervention du vent qui peut entraîner le brouillard formé par le produit pulvérisé. D'autre part, l'ester imprègne les appareils de traitement en raison de sa nature huileuse et ceux-ci ne peuvent servir ultérieurement pour pratiquer des pulvérisations d'autres produits sur des plantes sensibles, sous peine de provoquer des dégâts importants.

*
* *

En résumé, le désherbage chimique des champs de Céréales a subi des perfectionnements progressifs ayant eu pour effet d'en augmenter l'efficacité. Mais ces perfectionnements ont conduit à utiliser des herbicides difficiles à manier, et les plus récents produits, c'est-à-dire les hétéro-auxines, ne fournissent de résultats vraiment bons qu'entre les mains de spécialistes très compétents.

R. LONGCHAMP,
Chargé de recherches
à l'Institut national
de la Recherche agronomique.

R. J. GAUTHERET,
Professeur
de Biologie végétale
à la Sorbonne.

Creusets réfractaires en nitrures

Des essais sont actuellement poursuivis pour la préparation de creusets réfractaires en nitrures de divers métaux, notamment de titane, de zirconium, de béryllium, de bore, de tantale, etc. Ces nitrures sont généralement obtenus par l'action de l'ammoniac sur les hydrures correspondants. Les creusets sont réalisés par les techniques usuelles de la céramique.

Les nitrures sont bons conducteurs de l'électricité ; ils peuvent être utilisés pour la construction de fours à induction et sont peu attaqués par les métaux usuels.

Les îles de Zembra et Zembretta au large du Cap Bon (Tunisie)

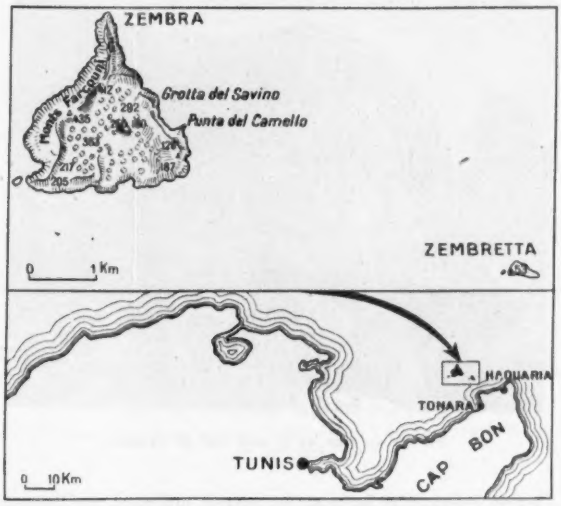

Fig. 1. — ***Les iles de Zembra et de Zembretta.***

En Méditerranée occidentale les stations naturelles où la faune et la flore se sont conservées intactes sont devenues extrêmement rares. En France elles ont presque partout disparu, excepté pour l'île de Port-Cros (Var) qui a été miraculeusement protégée jusqu'ici et renferme un maquis méditerranéen pur du type classique. Ailleurs, les peuplements ont été ravagés par les coupes forestières, l'exploitation du charbon de bois, les incendies, les lotissements, les cultures, etc., si bien que la végétation, lorsqu'elle n'a pas totalement disparu, a fait place à une repousse secondaire qui n'est plus qu'un très pâle reflet de la flore primitive ou « climax » d'autrefois.

Bien entendu, la disparition de la flore a entraîné progressivement celle de la faune qui ne trouve plus dans cette association l'abri ou le refuge nécessaires, ni la nourriture indispensable à sa subsistance.

Il est évident que les îles et les îlots inhabités constituent des stations fort intéressantes parce qu'elles ont pu, plus que les zones côtières continentales correspondantes, se conserver dans leur état primitif; malheureusement elles sont peu nombreuses en raison du surpeuplement de toute la zone littorale où l'homme a colonisé les îles les plus réduites.

Au cours d'un récent voyage en Tunisie en compagnie des ornithologistes de la Société des Sciences naturelles de Tunisie, Mme Cantoni, M. Arnould et le docteur Deleuil, grâce aussi à l'obligeance de M. l'ambassadeur de Hauteclocque, résident général de Tunisie, qui a bien voulu mettre à notre disposition une vedette garde-côte de la marine, nous avons pu visiter l'île de Zembra et l'îlot de Zembretta qui constituent des stations méditerranéennes encore à peu près intactes ayant chacune leur physionomie particulière .

Ces îles, totalement inhabitées, couvertes de végétation, se trouvent situées environ à 18 km au nord-ouest du Cap Bon (fig. 1). Leur accès est difficile en raison des « sautes de vent » rendant rapidement la mer houleuse et parfois même démontée, empêchant souvent le débarquement pendant plusieurs jours consécutifs. Cette zone, située à l'entrée du détroit de Sicile, possède des courants marins violents et le vent y souffle fréquement en tempête. On ne peut accéder dans ces îles qu'en petite barque, à la condition toutefois que la houle soit de faible amplitude car il n'y existe aucun installation portuaire ou quai d'accostement. Une fois à terre, le retour reste toujours incertain; il n'est pas rare que des visiteurs venus pour une journée n'aient pu se rembarquer que huit jours plus tard, après s'être nourris de patelles et d'arbouses!... L'absence de sources d'eau douce permanentes, l'incertitude des liaisons avec la terre, ont obligé le service des Douanes à abandonner le poste de surveillance qu'il y avait installé et qui constituait la seule habitation de l'île de Zembra. Un phare automatique (sans gardien) a également été installé à Zembretta, mais il a été détruit pendant la guerre.

Le départ s'est effectué en partant du petit port de Thonaria situé à l'extrémité du Cap Bon, à l'aube du 27 avril 1953. Cette localité est exclusivement constituée par la plus grande usine de conserves de thon de Tunisie groupant toutes les installations nécessaires à cette industrie, les habitations du personnel, ainsi que toute la flottille de pêche indispensable à la campagne qui s'effectue tous les ans à partir du mois de juin. Des centaines de tonnes de thon sont mis en conserve et cette pêche constitue une ressource très importante pour la Régence.

Le garde-côte *Lion de mer* nous amena d'abord, en raison des vents favorables, à Zembretta, où nous avons pu aborder en youyou par mer à peu près calme.

Il s'agit d'un petit îlot de grès tertiaires régulièrement stratifiés, de 500 m de long sur 100 m de large, orienté est-ouest,

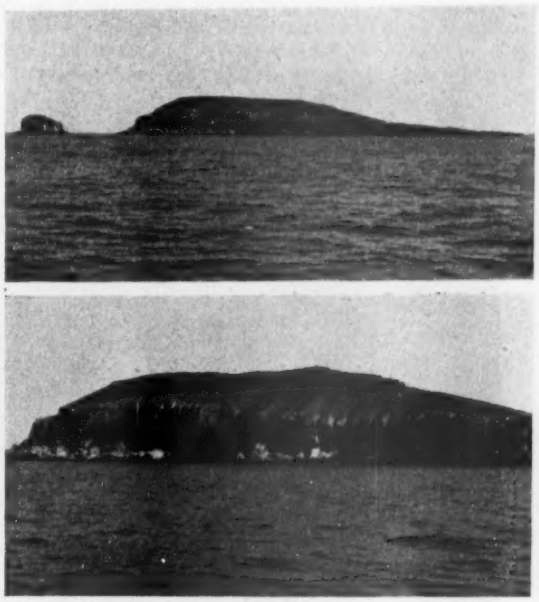

Fig. 2 et 3. — *En haut :* ***Vue générale de Zembretta avec son ilot détaché à l'ouest.*** *En bas :* ***Vue plus rapprochée montrant les grès stratifiés et le phare abandonné sur la plateforme.***

(*Photos* A. S. Balachowsky).

Fig. 4. — *Nid de Goéland argenté contenant deux œufs.*

Fig. 5. — *Vue de la côte sud de Zembra.*

ayant une structure en plate-forme tabulaire très caractéristique, dont l'altitude moyenne oscille autour de 50 m (fig. 2 et 3). Pour atteindre la plate-forme, il est nécessaire d'escalader la falaise, soit par l'est soit par l'ouest. Après avoir longé les éboulis au pied de la muraille, nous avons pu atteindre le sommet de la falaise par l'ouest et circuler sur toute l'étendue de l'Ilot. Il est recouvert d'une végétation méditerranéenne typique, dense, serrée, mais complètement couchée et dégradée par l'action des vents de mer. Les plantes s'étalent sur une grande surface dans un enchevêtrement de branches recouvrant entièrement le sol et rendant la marche difficile. Le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), la bruyère arborescente (*Erica arborea*), le lentisque (*Pistacia lentiscus*), prennent un aspect rampant sous l'action éolienne et forment un maquis uniforme sur l'ensemble du plateau, laissant quelques rares espaces rocheux à découvert. Autour de ceux-ci s'accumule un guano provenant des myriades d'oiseaux de mer qui habitent Zembretta; aussi y trouve-t-on comme plante dominante *Ecballium elaterium* Rich., une curcurbitacée vivace nitrophile bien connue sous le nom de « concombre sauvage ». Par ailleurs la végétation annuelle paraît très peu abondante, étant entièrement étouffée par celle du maquis.

Un nombre considérable d'oiseaux de mer nichent dans l'Ilot où l'on marche littéralement sur les œufs de goéland. C'est le grand Goéland argenté (*Larus argentatus Michaelis*) qui domine de beaucoup. Les nids sont constitués par un lit de brindilles

Fig. 6 et 7. — *Deux vues de l'intérieur de Zembra montrant son relief accidenté et sa végétation méditerranéenne de type classique, dégradée par le vent* (*Photos* A. S. Balachowsky).

Fig. 8. — *La côte nord de Zembra.*
A 6 km, à l'est, on aperçoit Zembretta, et à 18 km l'extrémité du Cap Bon.

Fig. 9. — *Capture en vue du « baguage ».*
M. Arnould a pris, sous une touffe de Cistes, ce couple de Puffins de Kuhl qu'il va baguer.

sèches sur lesquelles les œufs sont déposés sans être recouverts ni protégés (fig. 4); ils sont de couleur brun clair avec des macules un peu plus foncées; leur taille est légèrement supérieure à celle d'un œuf de poule. Les nids contenant deux œufs sont les plus nombreux, mais on peut en trouver jusqu'à cinq dans un même nid.

L'époque où nous sommes passés à Zembretta correspondait à la couvée; c'est donc par milliers que les Goélands se sont élevés au-dessus de nous, jetant des cris d'inquiétude, ayant été dérangés dans la période la plus critique de l'année. En dehors du Goéland, Mme Cantoni a également trouvé des nids de Cormoran (*Phalacrocorax carbo-sinensis*) avec de gros œufs de couleur bleu pervenche dépourvus de macules. Ces œufs apparaissent très peu abondants à Zembretta, mais par contre les Cormorans semblent nicher de préférence dans l'îlot rocheux qui se trouve à une trentaine de mètres de la pointe ouest de l'île, de laquelle il est séparé par un simple effondrement sous-marin (fig. 2). Nous n'avons pas trouvé de Puffins nichant à Zembretta, mais il est très probable que l'époque était encore trop peu avancée pour la nidification de ces oiseaux de mer.

La faune entomologique de l'île paraît extrêmement pauvre, les phytophages y sont très peu nombreux, et ceci est vraisemblablement dû à une destruction importante provoquée par les oiseaux de mer. Le renouvellement de cette faune, en partant de la côte, paraît également précaire pour cette même raison.

L'île de Zembra, située à 6 km à l'ouest de Zembretta, est une véritable île avec ses 16 km de côtes, ses 3 km de long en direction nord-sud et ses 2,5 km de large en direction est-ouest. Son aspect général est subtriangulaire (fig. 1). Malgré sa superficie assez faible, l'île accuse un relief mouvementé, bouleversé (fig. 5), atteignant 435 m au point culminant qui se trouve au milieu d'une crête surplombant la mer le long de la côte ouest. La partie centrale est constituée par un vaste cirque qui s'élève lentement du sud vers le nord, dominé par des crêtes latérales (fig. 6 et 7). A l'extrémité de ce cirque, des falaises tombent à pic dans la mer de plus d'une centaine de mètres de haut (fig. 8). Toute l'île est couverte d'une végétation dense, serrée, souvent impénétrable, constituée par un maquis méditerranéen pur, du type classique, renferment des peuplements d'*Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Juniperus phoenicea*, *Pinus halepensis* et différentes espèces de *Cistus*.

Là aussi l'action éolienne semble avoir couché la végétation qui apparaît sous forme d'énormes coussinets serrés, agglomérés les uns aux autres, sans que la strate arbustive ait pu prendre son développement normal.

Fig. 10. — *L'opération du « baguage ».*
Au Cap Bon, Mme Cantoni et M. Arnould, de la Société des Sciences naturelles de Tunisie, baguent un Faucon qui va être aussitôt relâché.
(*Photos* A. S. Balachowsky).

La faune mammalogique est représentée par des introductions récentes de lapins et de chèvres devenues sauvages, à l'exclusion de toute espèce endémique.

Les oiseaux y sont très nombreux, surtout les Passereaux de passage qui viennent y faire escale au cours de leur migration vers Pantelleria et la Sicile ou vice-versa; il en est de même pour les Cailles. Sur les rochers dominant la mer, le long des falaises, on trouve un très grand nombre de Puffins de Kuhl (*Puffinus Kuhli Kuhli*); c'est un bel oiseau de mer de forme très élancée, de couleur brune-grisâtre, avec la partie ventrale blanche (fig. 9). Le bec est fin, légèrement crochu à l'extrémité, les ailes très longues, fines, élancées, adaptées pour les grands vents et les tempêtes, lui permettant de planer avec aisance sans se soucier des intempéries. A la fin d'avril, les couples étaient déjà réunis sous les touffes de bruyère et de cistes entre les roches des hautes falaises, mais la nidification et la ponte n'avaient pas encore commencé. Ces oiseaux se laissent prendre assez facilement à terre car ils sont incapables de s'envoler sans prendre un élan en raison du développement considérable de leurs ailes. Ils se défendent âprement à coups de bec et le baguage n'est pas toujours une opération sans risques.

Le Puffin de Kuhl paraît sédentaire dans la Méditerranée et n'y effectue que des migrations de faible amplitude d'île en île. Il n'en est pas de même pour les Puffins des Anglais (*Puffinus puffinus puffinus*) qui habitent également Zembra où ils sont plus rares : ils effectuent des migrations beaucoup plus lointaines.

M. Arnoult et Mme Cantoni ont « bagué » un certain nombre de Goélands et de Puffins en vue de l'étude de leurs migrations. La Société d'Histoire naturelle de Tunisie s'est consacrée à cette œuvre scientifique importante et « bague » chaque année plusieurs milliers d'oiseaux tunisiens de toute espèce. Ce travail a déjà permis d'éclaircir l'amplitude considérable de leurs déplacements saisonniers (fig. 10).

La faune entomologique de Zembra paraît pauvre; les insectes phytophages et les butineurs sont rares sur les fleurs des plantes annuelles concentrées dans la partie basse de l'île. Les quelques espèces récoltées révèlent une faune méditerranéenne banale, très appauvrie, identique à celle de la côte. Cependant, les recherches devraient être poussées plus loin vers les espèces lapidicoles et endogées parmi lesquelles l'existence d'endémiques ne serait pas impossible.

Grâce à leur isolement, leur difficulté d'accès et l'absence totale d'eau douce permanente, Zembra et Zembretta sont restées en Méditerranée le paradis des oiseaux de mer et des migrateurs.

A. S. Balachowsky,
Chef de service à l'Institut Pasteur.

Protection contre les radioisotopes

Le développement de l'utilisation des isotopes radioactifs dans l'industrie, la médecine et les laboratoires de recherches nécessite l'application de mesures de protection pour les utilisateurs et le public. Ce problème a conduit un sous-comité du National Committee on Radiation Protection des États-Unis à établir un rapport qui vient d'être publié sous les auspices du National Bureau of Standards.

Les recommandations contenues dans ce rapport de 45 pages (Handbook 52, mars 1953) concernent les quantités maxima permises de radioisotopes dans le corps humain et les concentrations maxima permises dans l'air et dans l'eau. Quelques-unes des méthodes d'estimation de ces niveaux limites sont passées en revue, ainsi que les divers facteurs qui déterminent les risques des radioisotopes.

Nous reproduisons ci-après, pour quelques rayonnements, les valeurs numériques relatives à ces maxima permis.

Dose hebdomadaire maximum permise dans les organes sanguins :

Rayonnements	Dose
X, γ	0,3 r/semaine
β	0,3 rep/semaine
α.....	0,015 rep/semaine

(r = unité Rœngten ; « rep » correspond à une absorption d'énergie de 93 ergs par gramme de tissus).

Niveaux de concentrations permis :

Milieu	Rayonnements (en microcurie par millilitre)	
	β ou γ	α
Air	10^{-9}	5.10^{-12}
Eau	10^{-7}	10^{-7}

D'autres tableaux donnent les valeurs correspondant à un certain nombre d'éléments radioactifs émetteurs de rayonnements α, β et γ et d'éléments d'intérêt courant.

Les informations et valeurs numériques citées dans ce rapport sont établies d'après les données actuellement admises ; leur révision périodique est toutefois nécessaire au fur et à mesure que les renseignements biologiques se précisent. Quoi qu'il en soit, tous les efforts doivent être faits pour prévenir l'accumulation dangereuse de quantités d'éléments radioactifs dans le corps humain, la vitesse d'élimination ne pouvant, dans la plupart des cas, être augmentée d'une façon appréciable.

Avions armés de fusées

Sous la signature du lieutenant-colonel Debrabant, la *Revue de Défense nationale* révèle une nouvelle tendance américaine qui consiste à supprimer les armements classiques des avions : mitrailleuses et canons, et à y substituer des projectiles actionnés par fusée qui ont reçu le nom de « Mighty Mouse », rappelant la souris astucieuse et puissante des dessins animés qui écrase à tout coup même les chats.

« Mighty Mouse » est un projectile du calibre de 70 mm environ, long de 1,20 m, pesant à peine 8 kg. Il porte à l'arrière une fusée de propulsion qui peut être repliée pour diminuer l'encombrement à bord de l'avion, mais qu'on déploie et fixe avec précision en une fraction de seconde avant le tir. La charge explosive est suffisante pour détruire tout avion de bombardement par un seul impact. On étudie actuellement, pour simplifier et activer le tir, une mise à feu automatique par appareil électronique.

Le départ du coup ne nécessite plus de tube à bord; un support léger suffit et l'engin est autopropulsé. Atteignant une vitesse initiale de plus de 3 000 km/h en quittant l'avion volant à 1 000 km/h, « Mighty Mouse » a une trajectoire très tendue et une portée supérieure à celle des projectiles classiques. Le chasseur qui en est équipé peut donc attaquer un bombardier de loin, hors de portée du tir de celui-ci et le détruire par un seul coup au but, tout au moins jusqu'à ce qu'on ait inventé une riposte efficace.

La suppression du canon de lancement allège l'avion et lui permet une plus grande charge de projectiles à fusée; ceux-ci sont plus coûteux que l'obus, mais la différence de prix est compensée par l'économie du tube.

On commence d'équiper aux États-Unis les F 86 Sabre, les F 89 Scorpion et les F 94 C Starfire. Les nouveaux engins sont placés à bord, dans le nez, le ventre, les ailes ou sous les ailes, en « containers » ou sur supports de lancement. On en peut charger 24 sur les plus petits avions et de 100 à 120 sur les plus grands. Le Canada vient d'équiper de même son prototype d'intercepteur CF 100 AV Roe.

L'ATMOSPHÈRE
domaine de la Météorologie

3. Variations horizontales des facteurs météorologiques [1]

Après avoir étudié les variations des facteurs météorologiques selon la verticale, nous examinerons ici leurs variations horizontales. En ce qui concerne la température, il semble que ses différences selon les régions du globe ont été reconnues avant son gradient vertical; pour la pression atmosphérique au contraire, Pascal constata d'abord sa décroissance selon la verticale et ne paraît pas s'être préoccupé d'une variation horizontale dont les lois générales ne remontent qu'à quelques dizaines d'années.

Variations de la température à la surface du globe. — ***Règles générales.*** — Il est vite apparu aux hommes que la température de l'air au voisinage du sol diminue en moyenne de l'équateur aux pôles. Cela s'explique par la moindre quantité de chaleur reçue par les pôles; la démonstration astronomique de cette règle n'est plus à faire.

Les isothermes ou courbes d'égales températures seraient donc rigoureusement parallèles à l'équateur sur un globe uniforme. S'il n'en est pas ainsi, même en considérant des moyennes portant sur un ou plusieurs mois, c'est que des causes purement terrestres viennent modifier les quantités de chaleur mises à la disposition des couches d'air voisines du sol.

C'est, d'abord, la différence de chaleur spécifique des terres et des océans. L'eau s'échauffe et se refroidit moins vite que la terre. Il s'ensuit que, toutes chose égales d'ailleurs, pendant l'hiver ou pendant la nuit (périodes de pertes calorifiques), la température de l'air surmontant immédiatement la mer est supérieure à celle de l'air en contact avec les continents; au contraire, en été ou durant le jour (périodes d'apports de chaleur solaire), l'air marin est plus froid que l'air continental. Les isothermes subissent de ce fait une déformation au franchissement des côtes : en hiver, elles s'inclinent vers les pôles sur les océans, et vers l'équateur sur les continents (fig. 1). En été de véritables maxima se dessinent sur les grands continents : les isothermes s'y présentent comme des courbes fermées.

Indépendamment du rôle direct du relief sur les isothermes, résultant de la décroissance de la température en altitude, ce relief joue corollairement un rôle dans la distribution des températures, du fait de l'accumulation, dans le fond des vallées, de l'air froid descendant des hauteurs.

Cela explique que le « pôle du froid » soit situé en Sibérie orientale (Oïmekon — 78° C) dans une région encore assez éloignée du pôle et à une latitude plus élevée que le centre du Groënland (à 3 000 m d'altitude) où les températures minima ne dépassent pas — 65°. La topographie de cette partie de la Sibérie est responsable de ces excès thermiques.

Bien d'autres causes locales (couverture du sol, forêts, lacs...), analogues à celle de l'effet océanique ou continental mais à une plus faible échelle, viennent compliquer la répartition réelle des températures.

Variations accidentelles. — Les règles qui précèdent ne permettent pas encore d'expliquer les fréquentes exceptions à une répartition plus ou moins complexe des températures qui en découlent ni aux variations rapides et importantes de ce facteur. C'est ainsi que le 9 janvier 1953 on notait — 16° à Alençon à 6 heures du matin et — 1° seulement à Strasbourg.

Une cause, variable d'un lieu à l'autre et d'un instant à l'autre, se présente à l'esprit : la plus ou moins grande quantité de nuages présents dans le ciel qui peuvent, soit intercepter les rayons solaires durant le jour (et empêcher le réchauffement), soit diminuer les effets du rayonnement du sol pendant la nuit (et freiner ainsi le refroidissement des basses couches).

Mais une autre cause, capitale, intervient pour modifier le tracé des isothermes : l'air, réchauffé ici, refroidi là, transporte lui-même sa chaleur en se déplaçant. L'air refroidi, des régions polaires, s'écoule vers des latitudes plus basses et y entraîne une baisse de température. L'air chaud venant des régions tropicales peut parvenir jusque dans les régions tempérées et y apporter sa chaleur. Nous verrons que les voyages de ces gigantesques « masses d'air » à travers tout un hémisphère sont responsables de la plupart des phénomènes météorologiques que nous nommons accidentels, mais qui sont en définitive habituels dans l'histoire de l'atmosphère.

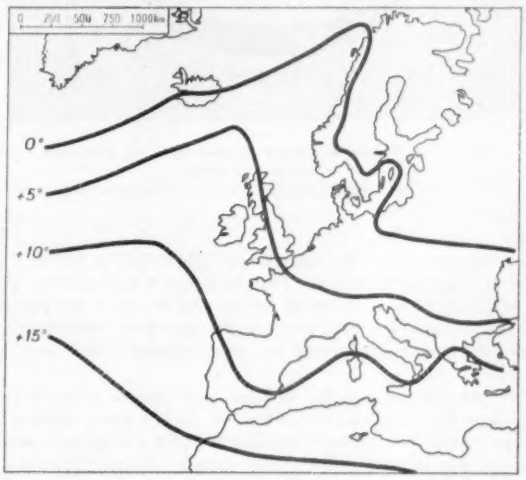

Fig. 1. — ***Déformation des isothermes en hiver (moyennes de janvier); effet thermique terre-mer.***

Variations de la pression à la surface du globe. — La répartition des pressions à la surface du globe est étudiée en traçant sur une carte géographique les courbes *isobares* reliant les points où la pression, réduite au niveau de la mer, a la même valeur. Cette pression est exprimée en millibars (environ 4/3 de la pression exprimée en millimètres de mercure). La pression moyenne qui correspond à une hauteur de 76 cm de mercure normal, dans un tube de 1 cm² de section, a une valeur (en unités CGS) de :

$$l \times 76 \times 13{,}591 \times 980{,}665 = 1\,013\,230 \text{ baryes, soit } 1\,013{,}23 \text{ mb.}$$

1. Voir : L'atmosphère, domaine de la Météorologie ; 1. Historique et généralités, *La Nature*, n° 3218, juin 1953, p. 181 ; 2. Variations des facteurs météorologiques suivant la verticale. *La Nature*, n° 3219, juillet 1953, p. 203.

(l : section du tube; 76 : hauteur du mercure; 13,591 : densité du mercure; 980,665 : accélération normale de la pesanteur).

Cette pression moyenne de 1 013,23 mb est arrondie à 1 015 mb pour la commodité du tracé des cartes qui sont établies de 5 en 5 mb.

Les isobares considérées à l'échelle du globe sont des courbes fermées, sensiblement parallèles; elles s'emboîtent ainsi les unes dans les autres et délimitent des zones où la pression est élevée et augmente en allant vers le centre : ce sont les *anticyclones*. Dans d'autres régions au contraire la pression est

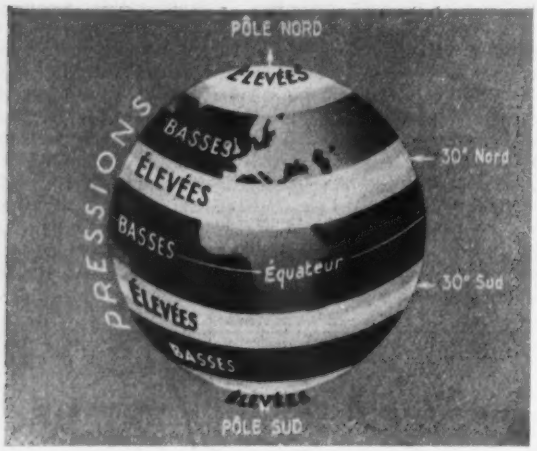

Fig. 2. — *Répartition moyenne théorique des pressions à la surface du globe.*
(*Archives photographiques de la Météorologie nationale*).

relativement basse; elle diminue en allant vers le centre : ce sont les *dépressions* (fig. 6). Plus les isobares sont serrées, plus la variation de la pression en allant vers le centre est grande. On appelle *gradient horizontal de pression* cette variation, par unité de longueur, calculée sur une perpendiculaire aux isobares.

On remarquera que les isobares représentent l'intersection avec le globe de surfaces inclinées où la pression a partout la même valeur. Ces surfaces isobares peuvent s'imaginer comme des cuvettes s'emboîtant les unes dans les autres (dépressions) ou des dômes (anticyclones). Les « cols » qui séparent deux anticyclones ont alors une forme de selle.

Ainsi cette terminologie isobarique, qui rebute souvent ceux qui n'ont que de lointains contacts avec la Météorologie, s'éclaire singulièrement quand on découvre l'analogie des cartes d'isobares avec les cartes hypsométriques. Le « relief isobarique » est assez comparable au relief apparaissant sur une carte où les lignes de niveau correspondraient aux isobares : les anticyclones en seraient les élévations de terrain, les dépressions des cuvettes et des creux de terrain; les « cols barométriques » seraient des cols reliant deux vallées.

Dépressions et anticyclones sont des « individus météorologiques » qui ont une vie évolutive. Ils apparaissent, se déforment, se déplacent et disparaissent. Si cette évolution et ces déplacements sont lents on appelle ces dépressions et ces anticyclones « centres d'action », terme qui indique le rôle *directeur* qu'ils jouent vis-à-vis d'autres phénomènes météorologiques.

La répartition statistique de la pression sur le globe fait apparaître en effet une certaine stabilité : on trouve des zones alternées de hautes et de basses pressions sensiblement parallèles à l'équateur : basses pressions à l'équateur; hautes pressions au niveau du 30e parallèle; basses pressions au niveau du 60e parallèle et enfin, de nouveau, hautes pressions aux pôles (fig. 2).

En réalité ces « ceintures » alternées ne sont pas continues, par suite du contraste thermique entre les continents et les océans, qui vient contrarier l'action combinée de la chaleur solaire et de la rotation de la terre, responsable de cette alternance.

Des dépressions chaudes ou des anticyclones froids prennent naissance au sein même des zones de haute ou de basse pression, selon les saisons. Des décalages se produisent en latitude et il est connu que la remontée vers le nord de l'anticyclone atlantique durant la belle saison est à l'origine du rejet vers le nord des perturbations qui traversent nos régions en hiver.

Variations des surfaces isobares. — La répartition des pressions à la surface du globe, imagée par les isobares, ne donne, nous l'avons dit, que les traces des surfaces isobares, faiblement inclinées sur l'horizontale.

Pour étudier la répartition en volume de la pression, on dresse des cartes de surfaces isobares en pointant, aux divers lieux d'observation, non plus des cotes d'isobare puisque c'est la même cote par définition pour toute la surface, mais l'altitude de cette dernière surface au-dessus du niveau de la mer.

On établit ainsi des cartes pour les niveaux 1 000 mb, 700 mb, 500 mb, 300 mb et 200 mb. Les niveaux de ces surfaces sont sensiblement situés aux environs des niveaux : de la mer (1 000 mb); 3 000 m (700 mb); 5 500 m (500 mb); 9 000 m (300 mb), et 12 000 m (200 mb). Pour construire ces cartes de surfaces isobares, on calcule, à l'aide des renseignements donnés par les sondages de température, l'épaisseur de la couche qui sépare deux cartes consécutives et on additionne les cotes de chaque point.

L'avantage de ces documents réside dans les relations directes qui existent entre le vent aux divers niveaux et les surfaces isobares. Ainsi on démontre que la vitesse du vent dans une direction donnée est proportionnelle à la pente de la surface isobare dans la direction perpendiculaire et qu'il est parallèle, dans une couche donnée, aux lignes d'égale épaisseur de cette couche.

Soulignons l'intérêt que présentent les cartes des surfaces isobares des niveaux supérieurs (300 et 200 mb) pour la navigation aérienne à haute altitude qui devient une pratique courante (fig. 3). On rencontre en effet dans ces régions de violents courants aériens de plusieurs milliers de kilomètres de long qui affectent la forme d'un tube aplati de quelques milliers de mètres de large seulement. Le phénomène, auquel les Américains ont donné le nom de « jet-stream », apparaît nettement sur les cartes des surfaces isobares voisines du niveau de la tropopause (limite de la troposphère et de la stratosphère).

Variations accidentelles de la pression. — Il en va de la répartition moyenne des pressions comme de celle de la température : des perturbations accidentelles viennent affecter cette ordonnance relative de la topographie isobarique. Leur passage en un point altère la courbe du baromètre et la forme des isobares, comme les rides déforment la surface lisse d'un lac.

Ce sont en effet des ondes de pressions qui se déplacent à travers l'atmosphère et que l'on peut saisir à un moment donné par la méthode suivante.

Pointons sur une carte, non plus les valeurs instantanées de la pression, mais les valeurs, positives ou négatives, des variations de ce facteur dans un laps de temps déterminé (3 h, 6 h, 12 h, 24 h). Nous remarquons que les lignes d'égale variation de pression (isallobares) sont parfaitement organisées. Elles apparaissent sous forme de courbes grossièrement elliptiques,

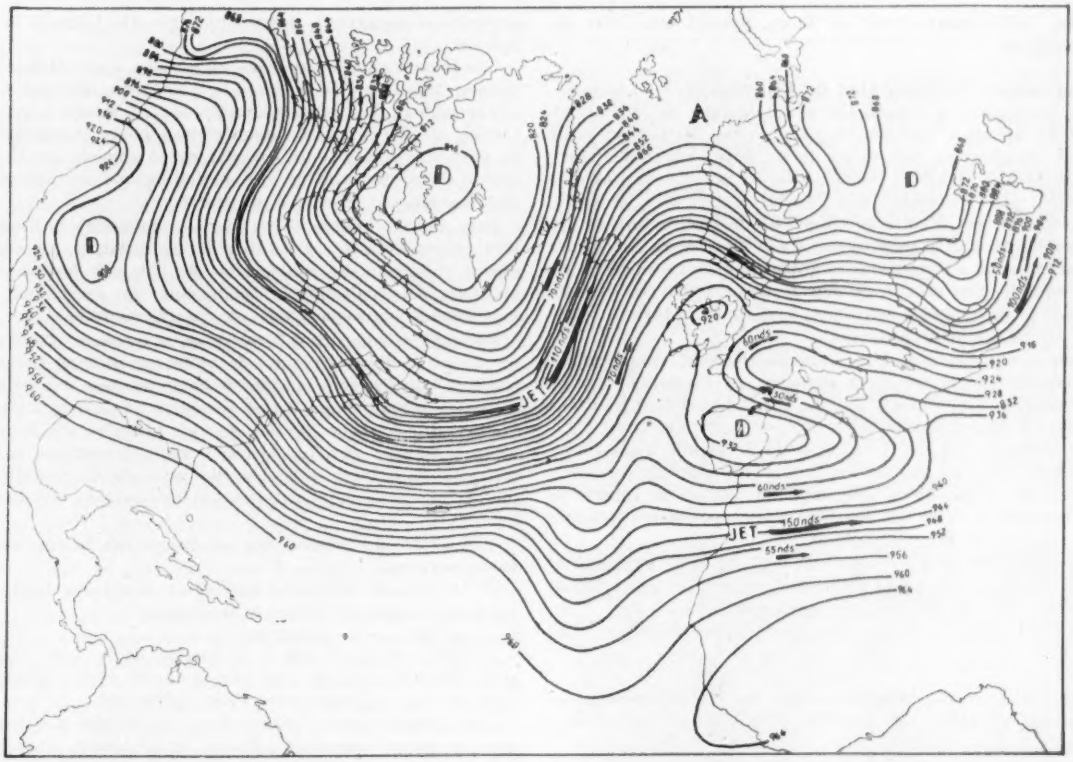

Fig. 3. — ***Carte de la surface isobare de 300 mb, le 13 avril 1953.***

emboîtées les unes dans les autres et dont l'ensemble (côtes négatives et côtes positives) rappelle la forme de deux « noyaux » accolés, couvrant une superficie de l'ordre de celle de la France (fig. 4).

Ces couples de noyaux qui correspondent à une période complète de l'onde, se déplacent à travers l'espace; ils sont repérables d'une carte à l'autre; leur trajectoire est relativement facile à établir. Le noyau de baisse précède toujours le noyau de hausse.

Ces individus météorologiques ont, eux aussi, une vie évolutive. Lorsqu'ils passent à travers un champ serré de pression (gradient élevé) ils n'ont pour effet que de déformer légèrement les isobares; dans un champ de pression à gradient faible, au contraire, ils peuvent aller jusqu'à dessiner une véritable dépression ou un véritable anticyclone mobile qui se déplace en même temps que l'onde de variation de pression.

Ces notions, qui ont été approfondies par l'école française, après 1918, ont donné lieu à une série de règles, à une géométrie isobarique, permettant de saisir le comportement de ces noyaux de variation de pression au cours de leur évolution et de leurs déplacements.

Il peut à première vue paraître arbitraire de s'attacher à des phénomènes, apparaissant sans doute sur des cartes, mais dont on ne saisit pas dès l'abord la réalité physique. On verra qu'au contraire les noyaux de variation de pression correspondent à des phénomènes tangibles et que leur connaissance ren-

Fig. 4. — ***Noyaux de variation sur l'Europe occidentale.***
B, baisse ; H, hausse ; cotes ± en millibars.

seigne, indirectement mais de façon précise, sur l'état de l'atmosphère.

Variations horizontales de l'humidité. — Les variations horizontales de l'humidité atmosphérique ne retiendront pas notre attention aussi longtemps que celles des facteurs pression et température, car on en devine déjà l'essentiel d'après ce qui précède. L'air en contact avec les océans contient évidemment plus d'humidité que l'air en contact avec les continents et l'on sait d'autre part que plus la température de cet air est élevée, plus il peut retenir d'eau sous forme de vapeur. On arrive donc à cette conclusion que les régions du globe où l'air sera le plus chargé de vapeur d'eau seront les régions équatoriale et tropicales maritimes, tandis que les régions continentales en contiendront moins.

Mais la répartition de l'eau atmosphérique est complètement bouleversée par le transport incessant de l'humidité auquel procèdent les mouvements aériens. Ceux-ci modifient non seulement l'humidité spécifique en chaque point, mais aussi l'état hygrométrique (rapport de la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air à la quantité maximum qu'il pourrait contenir), du fait des variations de température de cet air au contact de son substratum et du fait des mouvements ascendants (détente) qui résultent de ces mouvements.

La répartition de l'humidité sur le globe et de ses manifestations (condensations sous forme de nuages et de précipitation) est donc étroitement liée au déplacement des masses d'air, c'est-à-dire aux courants aériens que nous allons envisager maintenant.

Le vent et les mouvements de l'atmosphère. — L'inégale répartition des pressions engendre des mouvements au sein de l'atmosphère.

Si l'on considère ces mouvements dans des temps très brefs et pour de très petites distances, l'agitation de l'air est très complexe, direction et vitesse instantanées varient sans cesse. Il suffit, pour s'en rendre compte, de considérer la fumée s'échappant des cheminées : les particules solides qui la composent sont rapidement éparpillées. Cette agitation apparaît comme d'autant plus grande et désordonnée qu'on utilise des appareils de mesures de finesse croissante. On l'appelle la turbulence.

Lorsqu'on étudie les mouvements aériens à une plus grande échelle, celle des phénomènes météorologiques intéressant plusieurs milliers de kilomètres carrés, on est amené à considérer des masses aériennes singulièrement plates, comparables à de véritables galettes d'air. En effet, on se souvient que l'atmosphère active du point de vue météorologique ne dépasse pas une trentaine de kilomètres en épaisseur.

Dans un tel espace aérien où les dimensions horizontales sont prépondérantes sur les dimensions verticales, on conçoit que la résultante des mouvements de l'air soit finalement la moyenne des déplacements horizontaux des tourbillons. Ces mouvements horizontaux de l'air constituent le vent.

Puisqu'il est dû aux différences de la pression atmosphérique entre les diverses régions du globe, on pourrait s'attendre à voir le vent souffler des zones de haute pression vers les zones de basse pression. Mais, si l'on considère un volume d'air suffisamment petit pour que les diverses variables qui le caractérisent puissent être considérées comme homogènes en son intérieur, ce volume qu'on appelle particule est soumis à la fois à quatre forces principales qui déterminent son mouvement :

— La force de pression qui est dirigée des hautes vers les basses pressions;

— La force de frottement de l'air sur le sol, qui tend, dans les basses couches à freiner le mouvement;

— La force de la pesanteur;

— Enfin une force due à la rotation de la terre et qui a pour effet de dévier le vent vers sa droite dans l'hémisphère nord, et vers sa gauche dans l'hémisphère sud.

Cette dernière force, appelée force de Coriolis et à laquelle nous ne prêtons pas attention dans les problèmes courants de mécanique, est très faible au regard des autres forces nécessaires pour mettre les mobiles en mouvement. Elle intervient cependant déjà de façon sensible dans les problèmes de balistique concernant les projectiles. Dans l'atmosphère, les forces mises en jeu (différences de pression ou de température) sont très faibles et de même ordre de grandeur que cette force déviante due à la rotation de la terre. C'est pourquoi, finale-

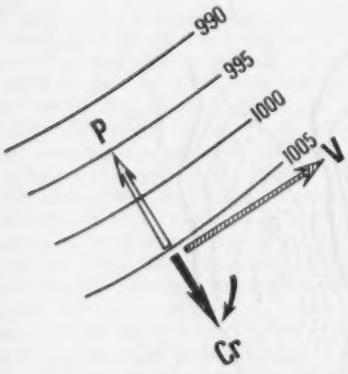

Fig. 5. — ***Action de la force de pression et de la force de Coriolis sur une particule d'air.*** Isobares rectilignes en négligeant la force de frottement. P, force de pression ; Cr, force de Coriolis ; V, vent.

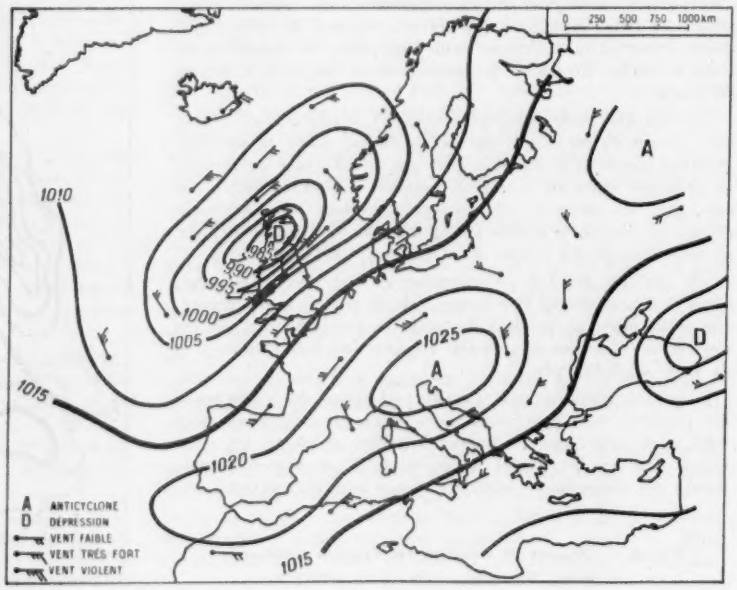

Fig. 6. — ***Rotation des vents autour des dépressions et des anticyclones (loi de Buys Ballot).***

ment, la composante des forces qui agissent sur la particule d'air lui donne une orientation sensiblement parallèle aux isobares et non perpendiculaire à celles-ci (fig. 5).

En conséquence, l'équation du vent, vérifiée dans la pratique, veut que l'air circule autour des anticyclones dans le sens des aiguilles d'une montre et dans le sens inverse autour des dépressions, ceci dans l'hémisphère nord. Dans l'hémisphère sud la loi est inversée. Cette loi, due à Buys Ballot, est d'une importance primordiale en météorologie. Elle permet de déterminer la direction du vent grâce à la seule connaissance de la topographie isobarique.

Les mêmes cartes d'isobares permettent également de calculer en chaque point la force du vent. Cette force est en effet proportionnelle au gradient barométrique horizontal, c'est-à-dire que le vent est d'autant plus fort que les isobares sont plus resserrées (fig. 6).

Dans les très basses couches, ces règles ne sont pas rigoureusement observées par suite de l'importance prise par la force de frottement. La vitesse est considérablement diminuée et la force de Coriolis perd, relativement, de son effet. Il en résulte qu'au voisinage du sol, le parallélisme entre le vent et les isobares n'est pas absolument respecté. Il l'est de plus en plus au fur et à mesure qu'on s'élève; c'est-à-dire que le vent tourne vers la droite lorsqu'on gagne de l'altitude; il devient aussi de plus en plus fort, jusqu'à atteindre la valeur déterminée par le gradient de pression.

Le maximum de vitesse est noté aux environs de 10 km d'altitude, c'est-à-dire au niveau de la tropopause. Dans les premiers kilomètres de la stratosphère on relève fréquemment des vents de 200 à 300 km. Ces faits, établis théoriquement dès 1938 par MM. Viaut et Mironovitch à l'aide des sondages du premier navire stationnaire français, le *Carimaré*, ont été confirmés depuis, non seulement par les mesures faites mais aussi par les pilotes navigant à grandes altitudes.

Remarque. — On peut définir par le calcul le vent qui résulte d'une topographie isobarique donnée.

Soit G le gradient barométrique de pression, entre deux points où la pression est respectivement P_1 et P_2, et distants de l :

$$G = \frac{P_1 - P_2}{l}.$$

La force de pression, exercée sur une particule située en P_1 est $\frac{1}{\rho}$ G (ρ étant la densité de l'air), ou force de pression $= \frac{1}{\rho} \cdot \frac{P_1 - P_2}{l}$.

D'autre part, la force de Coriolis, due à la rotation de la terre, a pour valeur :

$$Cr = 2\omega V \sin \varphi$$

(ω : vitesse angulaire de la rotation de la terre; V : vitesse du vent; φ : latitude du lieu).

En négligeant l'accélération de la pesanteur (c'est-à-dire en ne considérant que la composante horizontale du gradient de pression) et la force de frottement (très faible dès qu'on s'éloigne du sol), on peut écrire :

$$Cr = \frac{1}{\rho} G$$

(Équilibre de la force de Coriolis et de la force de pression pour une particule animée d'une vitesse uniforme).

ou :

$$2\omega V \sin \varphi = \frac{1}{\rho} \frac{P_1 - P_2}{l}.$$

$$V = \frac{1}{2\omega\rho \sin \varphi} \frac{P_1 - P_2}{l}, \text{ ou plus simplement : } V = \frac{1}{2\omega\rho \sin \varphi} G.$$

Pour une latitude donnée V est proportionnel au gradient.

On remarquera aussi qu'au fur et à mesure qu'on s'élève la densité ρ de l'air diminue, ce qui contribue à l'augmentation de la vitesse du vent en altitude.

Le calcul qui précède ne s'applique qu'aux isobares rectilignes. Dans le cas d'isobares curvilignes la force centrifuge intervient : V^2/R, R étant le rayon de courbure des isobares :

$$2\omega\rho \sin \varphi = \frac{1}{\rho} G \pm \frac{V^2}{R}$$

(le signe + correspond aux circulations cycloniques et le signe — aux circulations anticycloniques).

Circulation générale de l'atmosphère. — L'atmosphère formant un tout dans lequel, finalement, tout phénomène particulier a une répercussion sur l'ensemble, il est intéressant de considérer la circulation générale de l'air dans son ensemble, c'est-à-dire les vastes mouvements qui brassent cette

Fig. 7. — *Perturbation de l'hémisphère nord.*
(*Archives photographiques de la Météorologie nationale*).

masse totale de 5 millions de milliards de tonnes qui enveloppent l'écorce terrestre.

Il faut d'abord constater que le résultat final de ce brassage est de maintenir une température moyenne constante dans les diverses régions du globe. Ainsi la température moyenne du mois le plus chaud est toujours sensiblement de 32° sous les tropiques et celle du mois le plus froid de — 22° dans les régions polaires.

Or l'équateur reçoit au total, en un an, 8 fois plus de chaleur que les pôles. Il est donc nécessaire d'admettre un échange permanent de chaleur entre ces régions extrêmes. L'effet de conduction de la terre est négligeable. Les courants marins ne justifient qu'un quart de cet échange. C'est donc que les mouvements atmosphériques assurent le complément.

Cependant rien ne permet d'édifier des théories reposant sur des circulations méridiennes, nord-sud et sud-nord, qui fourniraient une explication commode. Il n'y a pas de courants alternés de ces deux directions, ni au niveau du sol, ni selon la verticale.

Nous avons vu, à propos de la répartition de la pression sur le globe, qu'on avait déterminé, *grosso modo*, des bandes de hautes et de basses pressions parallèles : basses pressions à l'équateur, hautes pressions au niveau du 30e parallèle, basses pressions au niveau du 60e et de nouveau hautes pressions aux pôles.

Selon la loi de Buys Ballot fixant la direction des vents en fonction de la pression on devrait avoir des mouvements généraux est-ouest ou ouest-est. C'est ainsi qu'au nord de la ceinture de basses pressions équatoriales le vent doit souffler de l'est vers l'ouest. Il en est bien ainsi, au moins dans les basses couches. On connaît l'existence de ces vents quasi permanents : les alizés, utilisés par les navigateurs à voile pour gagner l'Amérique.

En revanche, au nord des hautes pressions axées sur le 30e parallèle, c'est-à-dire dans nos régions, on doit trouver une prédominance des vents d'ouest. Et, en moyenne, il en est bien ainsi.

Mais cette circulation est-ouest ou ouest-est ne permet pas d'expliquer les échanges de chaleur entre l'équateur et les pôles. Le morcellement des ceintures alternées de hautes et de basses pressions dont nous avons parlé plus haut justifie une circulation plus complexe permettant d'une part des courants nord-sud ou sud-nord sur les faces latérales des anticyclones et des dépressions et, d'autre part, des rencontres de courants originaires des régions subtropicales et des courants d'origine polaire.

Ces rencontres ne se font pas sans heurts. Les vastes perturbations atmosphériques qui en résultent viennent ajouter leur effet au brassage de l'atmosphère et participent grandement aux échanges de chaleur entre les pôles et l'équateur (fig. 7). Ces conflits aériens feront l'objet d'une prochaine étude.

(à suivre).

ROGER CLAUSSE,
Ingénieur de la Météorologie.

La composition de l'air à haute altitude

Dans l'article sur l'atmosphère paru dans le numéro de juin 1953, nous signalions que les résultats des sondages de l'atmosphère effectués par fusée jusqu'à 50 et 70 km, tendaient à prouver une constance de la composition de l'air jusqu'aux très hautes altitudes.

D'après les tout derniers travaux des chimistes, cette constance n'est vérifiée que pour les 60 premiers kilomètres qui, fort probablement, renferment toute l'atmosphère météorologique. L'un des éminents chercheurs de l'Université Durham (Grande-Bretagne), le professeur F. A. Paneth a exposé les derniers résultats acquis au cours d'une conférence faite à la Société Chimique de France en mai 1952, conférence qu'a bien voulu nous signaler M. le professeur Laffitte.

Météorologistes (1) et chimistes (2) semblent devoir tomber d'accord sur le fait qu'au delà de la couche chaude qui surmonte la stratopause, les molécules sont soumises à la seule gravitation. On trouve alors une variation de la teneur en gaz rares. Celle en argon diminue légèrement tandis que celle en néon et surtout celle en hélium croissent au delà de 57 km.

R. C.

1. Voir : *Traité de Météorologie générale*, par J. ROULLEAU et R. TROCHON. Gauthier-Villars, 1952.
2. Voir : *Bulletin de la Société chimique de France*, t. **20**, 5 février 1953.

DES TERMITES A PARIS

En octobre dernier, dans le magasin d'un éditeur situé place de la Sorbonne, la chute d'une pile de fascicules polycopiés révéla des dégâts mystérieux. A l'exception de quelques brochures supérieures et inférieures intactes, la pile était creusée sur une hauteur d'environ trente centimètres par un système de galeries très étroites (moins de deux millimètres de large) qui se ramifiaient en tous sens et paraissaient provenir d'une cavité atteignant deux centimètres dans sa plus grande dimension. A l'examen, M. Jacques Carayon, qui relate ces faits dans *La feuille des naturalistes*, eut la surprise de découvrir que les dégâts étaient l'œuvre de Termites, dont de nombreux individus vivants, ouvriers, soldats et nymphes, occupaient les galeries et cavités.

Cette trouvaille est assez surprenante, car les trois seules formes de Termites vivant en France sont essentiellement méridionales et ne se rencontrent d'ordinaire que bien au sud de la Loire. Le *Calotermes flavicollis* ne dépasse pas les limites de la Provence et du Roussillon où il attaque les bois des plantes malades mais encore vivantes. Le Termite lucifuge (*Reticulitermes lucifugus*) est commun dans le Midi et le sud-ouest où d'ordinaire il forme de nombreuses colonies dans les souches de Pins. Vers 1850 il causa d'importants dégâts à Bordeaux et aux environs en attaquant les boiseries des maisons. Maintenant encore son importance est peut-être plus grande qu'on ne le soupçonne. Mais c'est le Termite de Saintonge, très voisin du précédent, qui est à l'origine des dégâts plus importants ayant affligé les villes des Charentes. Pour certains ce ne serait qu'une variété du Termite lucifuge ; pour d'autres ce serait le *Termes flavipes*, espèce américaine introduite ; enfin il se pourrait que ce soit une espèce non encore décrite. Les termites français appartiennent à deux familles distinctes mais primitives et ils ne présentent ni les savantes termitières ni les complexes structures sociales des termites tropicaux.

Les termites dernièrement découverts à Paris sont des *Reticulitermes*, mais on n'a pas pu déterminer s'il s'agissait du Lucifuge ou du Termite de Saintonge. Jusqu'ici seul le Lucifuge avait été signalé à Paris et ceci par deux fois seulement. En 1922, on a constaté sa présence dans les serres chaudes du Muséum. Les termites avaient attaqué à la base la tige d'un *Strelitzia angusta*, Monocotylédone du groupe des Scitaminées, originaire d'Afrique australe. Dans la plante attaquée, qui avait atteint la taille exceptionnelle de quatre mètres, les termites avaient principalement creusé les parties périphériques; ils avaient également établi tout autour dans la terre des galeries jusqu'à 20 ou 30 cm de profondeur. Malgré l'arrachage de cette plante et la désinfection du sol au sulfure de carbone, la présence des termites fut constatée de nouveau dans cette même serre en mai 1923 ; des bûches servant de support et directement posées sur le sol étaient sillonnées de galeries. Par la suite cependant les termites n'ont plus été retrouvés ni dans cette serre qui maintenant a fait place à d'autres constructions, ni dans les nouvelles serres chaudes du Muséum. En 1945, on signale avoir trouvé une vingtaine de spécimens, ouvriers et soldats, du Termite lucifuge, dans l'humus et la terre humide d'un jardin du quartier de la Muette. Un arrivage de bois venu de la région de Bordeaux deux ans auparavant, et la température particulièrement douce des hivers dans cette période semblent avoir permis l'établissement d'une colonie, qui n'a pas été trouvée elle-même.

Dans le cas des termites trouvés en octobre dernier, il est remarquable que le matériel attaqué soit sec, placé loin du sol et dans une atmosphère fort peu humide. Par suite du besoin accusé d'eau des *Reticulitermes*, on doit penser que les individus trouvés, qui comprennent des nymphes, proviennent d'une colonie prospère qui ne peut guère se trouver que dans du bois humide ou en relation directe avec le sol. L'enquête sur l'origine du papier attaqué montre que son infestation n'a pu se faire qu'à Paris. Cependant les recherches pour découvrir la colonie se heurtent définitivement aux obstacles que sait opposer un pâté de maisons parisiennes.

En conclusion il semble donc que des termites lucifuges ou de Saintonge introduits accidentellement à Paris puissent localement y trouver des conditions de prospérité. Aussi on peut penser qu'il existe encore quelques termites non repérés, mais leur découverte reste une curiosité et ne saurait motiver une attention spéciale dans les locaux où on ne les a encore jamais rencontrés.

L. T.

PUNAISES D'EAU AUX MŒURS CURIEUSES

Dans la baie de San-Diego (Californie), près de la frontière mexicaine, se jette un petit fleuve dont les abords se transforment, à la saison des pluies, en un chapelet de menus lacs où pullulent alors de curieuses bestioles. On y rencontre en particulier une grosse Punaise (*Abedus macronyx*) aux mœurs remarquables. Cet Hémiptéroïde, aux métamorphoses incomplètes, appartient à l'ordre des Hétéroptères, et ses ailes antérieures sont donc transformées en demi-élytres; ses pièces buccales sont piqueuses-suceuses; comme ses congénères du sous-ordre des Hydrocorises, il passe presque toute sa vie dans l'eau; malgré le développement de ses ailes, il ne vole pas. Sa taille est assez grande pour un insecte : sa longueur peut aller de 2,7 cm à 4 cm; sa largeur est d'environ 2 cm; l'épaisseur du corps ne dépasse pas 1 cm; sa couleur générale est brun noirâtre. Ajoutons, pour achever de le définir zoologiquement, qu'il appartient à la famille des Belostomatidés, à la super-famille des Népoïdés.

Quand les grands Abèdes se reposent au fond d'une mare ou sur le sable humide, leurs pattes antérieures (conformées en pattes ravisseuses) sont d'ordinaire repliées (fig. 1). Leurs quatre autres pattes, longues, larges et robustes, leur permettent de nager assez vite. Les yeux, plutôt volumineux, sont situés sur les côtés de la tête. Si quelque animalcule, ver ou larve, se signale à proximité par ses mouvements, l'Abède nage vigoureusement vers lui, s'en saisit en repliant sur lui ses pattes ravisseuses, le perce de son rostre et le suce. L'appétit de l'Abède passe pour phénoménal; il attaquerait jusqu'aux têtards de grenouilles et aux petits poissons.

Mais les Abèdes sont surtout intéressants par les particularités qui accompagnent leur reproduction et leur développement, et qu'ils partagent d'ailleurs avec la plupart des Bélostomidés.

L'appareil génital des Abèdes femelles possède des glandes accessoires sécrétant un ciment insoluble dans l'eau. A l'aide de cette substance elles fixent leurs œufs sur le dos des mâles. Un mâle, portant ainsi sa progéniture à la manière du Crapaud accoucheur, remplit consciencieusement son rôle de « père nourricier »; il défend vaillamment ses œufs contre les Corises, Notonectes et autres insectes prédateurs du milieu aquatique; ceux-ci peuvent d'ailleurs satisfaire assez souvent leur appétit à ses dépens, car l'Abède porte 50 à 70 œufs.

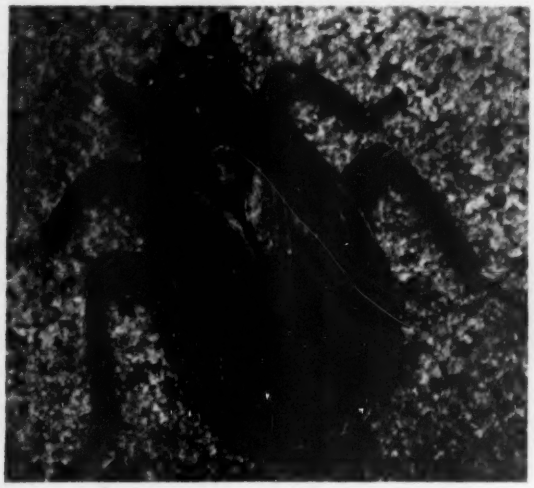

Fig. 1. — *Abède au repos, les pattes ravisseuses repliées.*

Fig. 2. — *Abède nageant, les pattes ravisseuses projetées en avant.*

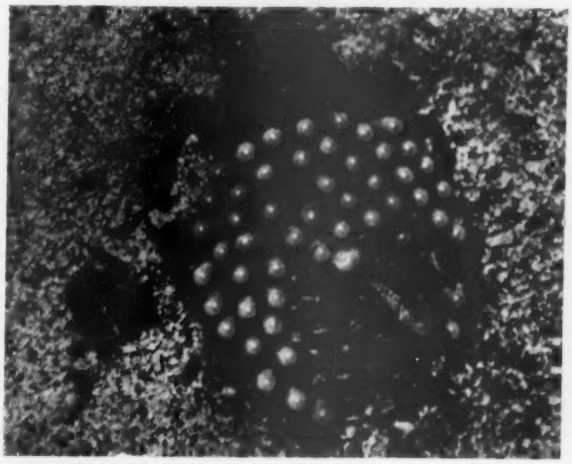

Fig. 3. — *Abède mâle portant ses œufs.*
Un quart des œufs sont déjà éclos et l'on voit parmi eux un jeune Abède; à gauche, une autre larve posée sur le fond.
(*Photos* Jacques Boyer).

Alourdi par ce fardeau, l'Abède laisse alors en paix ses victimes habituelles et ne se nourrit que peu ou point du tout. Il passe la nuit au fond de l'eau avec ses œufs, mais on dit qu'au matin il gagne le bord et s'installe sur le sable de la rive, offrant son dos au soleil de façon que les œufs en reçoivent les effluves. Il répéterait quotidiennement ce manège jusqu'à la fin de l'incubation.

Comme on peut le voir sur la figure 3, les jeunes éclosent dans l'eau, sur le dos de leur père; ce sont alors des larves ressemblant déjà beaucoup aux adultes, à la taille près, comme c'est le cas pour tous les insectes hétérométaboles; comme beaucoup de larves aquatiques, elles respirent par un court siphon à l'extrémité de l'abdomen. Après plusieurs mues, au bout de six semaines environ, elles ont atteint la taille adulte.

J. B.

La toise, ancien étalon de longueur

Par habitude, l'emploi de quelques unités anciennes persiste encore çà et là. L'utilisation de la *corde* pour le mesurage du bois à brûler n'a pas complètement disparu dans les campagnes et les horlogers parlent toujours de mouvements de tant de *lignes*. Le *cicéro* et le *point* des imprimeurs ne sont pas près de disparaître, car leur abandon obligerait à sacrifier une quantité immense de matériel typographique. Quant à la *toise*, elle ne se rappelle à notre attention que dans des expressions et proverbes : « passer sous la toise », « long d'une toise », « mesurer à sa toise », « on ne mesure pas les hommes à la toise », etc.

La toise, du latin *tensa* (sous-entendu *brachia*, les bras étendus), étalon des mesures linéaires de l'ancien système français qui céda la place au système métrique décimal institué par la loi du 18 germinal an III (7 avril 1795), ne disparut en fait du vocabulaire métrologique légal que le 1er janvier 1840, date de l'emploi exclusif du système métrique en France.

Dans l'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert (1790) on trouve au mot toise la définition suivante : « Mesure de différente grandeur selon les lieux où elle est en usage; celle de Paris, dont on fait usage dans quelques autres villes du royaume, est de six pieds de roi [1]. Son étalon ou mesure originale est au Châtelet de Paris; c'est pourquoi on l'appelle *Toise du Châtelet* ». Cette définition situe par ailleurs la diversité et le désordre, pour ne pas dire plus, qui régnaient dans les mesures françaises avant l'établissement du système métrique.

L'ancienne *Toise de France*, celle des maçons de Paris, était probablement la toise de Charlemagne. Son étalon se trouvait à l'extérieur du vieux Châtelet, dans la cour, appliqué contre un des piliers du bâtiment, où l'on pouvait encore le voir en 1714; détériorée et faussée par l'affaissement du pilier, cette toise étalon avait été réformée en 1668.

La Toise de France, dite du Châtelet. — La nouvelle toise, qui remplaça la précédente, était conservée au Grand Châtelet [2] et au Cabinet de l'Académie des Sciences, au vieux Louvre. L'étalon du Châtelet, espèce de compas d'épaisseur, se présentait sous la forme d'une barre en fer, scellée en 1668 dans le mur extérieur, au pied de l'escalier de cette forteresse; il était terminé par deux saillies ou redans en retour d'équerre, entre lesquels une toise devait entrer exactement. Grossièrement construit, exposé aux chocs et aux injures du temps, à l'usure et aux risques de détérioration par des usagers peu scrupuleux, cet étalon de la toise ne pouvait prétendre au rôle d'étalon tel que nous le concevons actuellement. Ainsi que le note Paucton dans sa *Métrologie* (1780), un tel étalon « était peu propre à régler les mesures qui exigent un certain degré de précision et les copies qui en ont été prises par les géomètres et par les facteurs d'instruments de mathématiques les plus habiles ne se sont jamais trouvé rigoureusement égales entre elles ».

La longueur de la Toise du Châtelet était en outre plus courte de 5 lignes (11,3 mm) que l'ancienne toise. D'après une tradition, la longueur de la Toise du Châtelet aurait été fixée à partir de la mesure de l'arcade ou porte intérieure du grand pavillon qui servait d'entrée au vieux Louvre, du côté de la rue Fromenteau; cette ouverture, d'après les plans, devait avoir 12 pieds de large (pied des architectes et maçons de Paris, réformé en 1668). Lahire, par contre, estime que la longueur de la Toise du Châtelet a été établie d'une manière plus scientifique à partir d'un ancien instrument de mathématique où le pied était marqué.

La Toise du Châtelet servit à ajuster les deux toises célèbres connues sous les noms de *Toise du Pérou* et de *Toise du Nord*; la première fut employée de 1735 à 1737 par Bouguer, La Condamine et Godin pour la mesure d'un arc de méridien sous l'équateur, la seconde par Maupertuis et Clairaut en Laponie.

Le peu de confiance que l'on accordait à la permanence de la Toise du Châtelet conduisit La Condamine à proposer à l'Académie, le 29 juillet 1758, d'adopter comme étalon de la toise celle du Pérou. Cette proposition, par suite d'opposition, ne fut pas adoptée immédiatement et ce n'est que le 16 mai 1766 qu'une Déclaration du Roi Louis XV chargea Tillet, de l'Académie des Sciences, de faire exécuter environ 80 toises semblables à celle du Pérou pour être réparties dans les différentes villes du royaume. La Toise du Pérou devenait ainsi à cette date l'étalon légal des mesures de longueur en France.

D'après P. Nicolau (*L'industrie nationale*, 1951, n° 4, p. 71) l'atelier de précision du Laboratoire central de l'Armement possédait encore avant 1940 une toise du Châtelet marquée du poinçon royal. Cette pièce historique portait les indications suivantes : « Toise de France étalonnée le 3 décembre 1765, à 13 degrés du thermomètre; Canivet à la Sphère, à Paris, 1765 ». Elle a disparu lors du pillage de l'immeuble de Saint-Thomas d'Aquin en 1940.

La Toise du Pérou. — Cet étalon, désigné aussi sous le nom de *Toise de l'Académie*, a été construit en 1735 par Langlois, ingénieur du roi, sous la direction de l'astronome Godin; il se présente sous la forme d'une règle plate en fer forgé et

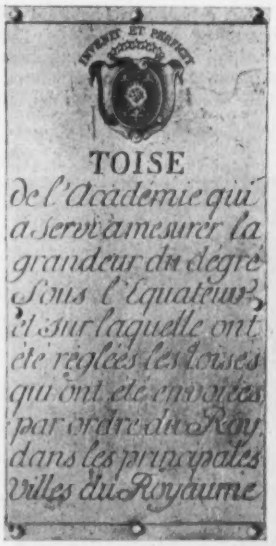

Fig. 1. — ***Inscription sur le couvercle de l'étui de la Toise du Pérou ou de l'Académie.***

Fig. 2. — ***La Toise du Pérou ou de l'Académie.***

1. Rappelons les subdivisions et valeurs métriques de ces anciennes unités (voir *La Nature*, n° 3176, décembre 1949, supplément p. 413) : toise (1,949 m) = 6 pieds de roi ; pied de roi (0,325 m) = 12 pouces ; pouce (2,707 cm) = 12 lignes ; ligne (2,256 mm) = 12 points (1 point = 0,188 millimètre).

2. Le Grand Châtelet était une forteresse de l'ancien Paris qui, avec le Petit Châtelet, défendait les têtes des deux ponts donnant accès dans la Cité ; le Grand Châtelet fut démoli en 1802.

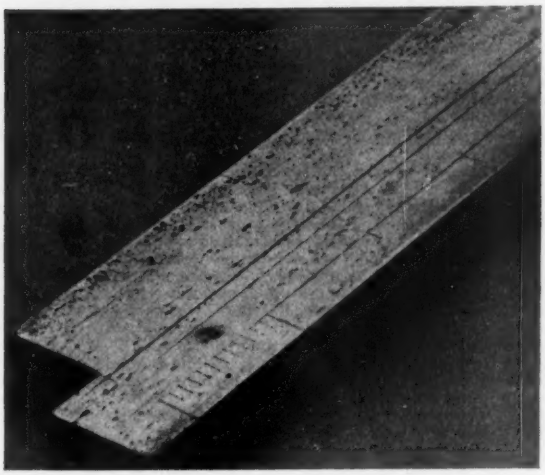

Fig. 3. — *L'une des extrémités de la Toise du Pérou (1735).*
On distingue les traits délimitant les subdivisions en lignes (2,256 mm) et en pouces (27,07 mm), ainsi que l'un des points de la *toise à points*.

poli, de dilatabilité 11,56 μ par mètre et par degré C, à section rectangulaire d'environ 7,5 mm d'épaisseur sur 40 mm de largeur. Chaque extrémité est entaillée sur une moitié de sa largeur, de manière à laisser sur l'autre moitié deux talons saillants de 13 mm. Les arêtes formant le fond des entailles sont vives, et c'est la distance entre ces arêtes qui représente la longueur de la toise. Dans le prolongement de ces arêtes est tracé, à chaque extrémité, un trait se terminant par un point creux d'environ 0,4 mm de diamètre; la distance des axes de ces deux points représente encore un étalon de la toise considéré primitivement comme égal à l'autre.

La face plate qui porte ces points est en outre pourvue d'une division de trois en trois pouces tracée le long de ses deux arêtes longitudinales; l'un des bouts de chaque division comporte un premier intervalle de 1 pouce divisé en 12 lignes, puis cinq intervalles successifs de 1 pouce (fig. 3).

La Toise du Pérou est donc en réalité un double étalon : *à bouts* et *à points*, complété de plus par un étalon *à traits*. La longueur légale de l'étalon était celle de la Toise à bouts, c'est-à-dire la distance des faces terminales, prise à une ligne du fond des entailles et à la température de 13° Réaumur. La Toise à points ne servit que dans les opérations géodésiques du Pérou, la longueur étant prise à l'aide d'un compas à verge et reportée sur les règles employées pour la mesure des bases.

La Toise du Pérou servit à étalonner le mètre provisoire en laiton (1795) de Borda et Brisson, ainsi que l'étalon primitif en platine aggloméré, le *Mètre des Archives* (1799), dont la longueur à 0° C fut prise égale à 3 pieds et 11,44 lignes de la toise à 13° R, la distance du pôle à l'équateur ayant été sanctionnée à la valeur de 5 130 740 toises. C'est également d'après cette toise que fut ajustée, entre autres, la célèbre Toise de Bessel (1823), de l'Institut Géodésique Royal prussien (Observatoire de Kœnigsberg), qui fut employée comme étalon de référence pour les opérations géodésiques en Europe centrale au milieu du XIXe siècle.

A la fin du siècle dernier, le Bureau International des Poids et Mesures a eu l'occasion de déterminer le rapport de la Toise du Pérou au Mètre International; les résultats de ces déterminations conduisirent aux valeurs suivantes :

Toise à bouts à 16,25° C (13° R) = 1,949 090 m.

Toise à points à 16,25° C (13° R) = 1,949 001 m.

Déposée primitivement au Cabinet de l'Académie des Sciences, au Louvre, le 8 août 1770, la Toise du Pérou est maintenant conservée comme pièce historique à l'Observatoire de Paris, alors que l'étalon historique du système métrique, le Mètre des Archives, est toujours conservé aux Archives Nationales.

Nous remercions M. André Danjon, membre de l'Institut, directeur de l'Observatoire de Paris, membre du Comité international des Poids et Mesures, qui nous a donné la possibilité de prendre les photographies de la Toise du Pérou illustrant ce texte.

HENRI MOREAU.

LE CIEL EN SEPTEMBRE 1953

SOLEIL : du 1er au 30 sa déclinaison décroît de + 8°18′ à — 2°47′; la durée du jour passe de 13h24m le 1er à 11h42m le 30 ; diamètre apparent le 1er = 31′45″,2, le 30 = 32′0″,0 ; *équinoxe d'automne* le 23 à 8h5m58s : le Soleil entre dans le signe de la *Balance*. — **LUNE** : Phases : N. L. le 8 à 7h47m, P. Q. le 16 à 9h49m, P. L. le 23 à 4h15m, D. Q. le 29 à 21h51m ; *apogée* le 9 à 16h, diamètre app. 29′24″ ; *périgée* le 23 à 4h, diamètre app. 33′30″. Principales conjonctions : avec **Jupiter** le 1er à 16h, à 3°53′ S. ; avec **Uranus** le 3 à 21h, à 0°35′ S. ; avec **Vénus** le 5 à 3h, à 0°19′ N. ; avec **Mars** le 6 à 17h, à 3°25′ N. ; avec **Mercure** le 8 à 15h, à 5°48′ N. ; avec **Neptune** le 11 à 16h, à 7°15′ N., et avec **Saturne** à 22h, à 7°56′ N. ; avec **Jupiter** le 29 à 3h, à 3°30′ S. Principales occultations : de 139 *Taureau* (mag. 4,9) le 2, émersion à 0h27m,7, des *Pléiades* le 27 : 17 *Taureau* (*Electre*, mag. 3,8), immersion à 2h28m,7, émersion à 3h39m,1 ; 23 *Taureau* (*Mérope*, (mag. 4,2), immers. à 3h10m,3, émers. à 4h16m,0 ; *Taureau* (*Alcyone*, mag. 3,0), immers. à 3h46m,5, émers. à 5h1m,5 ; 27 *Taureau* (*Atlas*, mag. 3,8), immers. à 4h45m,2 ; de *125 Taureau* (mag. 5,0) le 28, émersion à 23h49m,1. — **PLANÈTES** : **Mercure**, inobservable, en conjonction supérieure avec le Soleil le 7 ; **Vénus**, étoile du matin, se lève à 2h11m le 10, soit 3h10m avant le Soleil, diamètre app. 13″,2; **Mars**, dans le *Lion*, réapparaît le matin, se lève le 10 à 3h26m, diamètre app. 3″,6 ; **Jupiter**, dans le *Taureau*, se lève de plus en plus tôt le soir, à 22h10m le 10, diamètre polaire app. 36″,0 ; **Saturne**, peu visible le soir, se couche le 10 à 19h38m, diamètre pol. app. 14″,2, anneau : grand axe 35″,7, petit axe 8″,6 ; **Uranus**, dans les *Gémeaux*, se lève le 28 à 23h5m, position : 7h38m et + 21°59′, diamètre app. 3″,6 ; **Neptune**, se couche le 28 à 18h19m. — **ÉTOILES VARIABLES** : Minima observables d'*Algol* (2m,3-3m,5), le 1er à 21h,2, le 4 à 18h,0, le 16 à 5h,3, le 19 à 2h,1, le 21 à 22h,9, le 24 à 19h,7 ; minima de β *Lyre* (3m,4-4m,3), le 1er à 1h,3, le 13 à 23h,7, le 26 à 22h,0 ; maxima : de R *Hydre* (3m,5-10m,1) le 7, de T *Grande Ourse* (5m,9-13m,6) le 28. — **ÉTOILE POLAIRE** : Passage supérieur au méridien de Paris : le 8 à 2h35m15s, le 18 à 1h56m5s, le 28 à 1h16m54s.

Phénomènes remarquables. — **Lumière cendrée de la Lune**, le matin du 4 au 6, et le soir du 10 au 13. — **Vénus en conjonction avec l'étoile α Lion (Régulus)**, le 23 à 9h, l'étoile à 0°22′ S. — **Occultation des Pléiades** le 27, à observer à la jumelle (pour **Lyon**, de 2h27m,5 à 5h4m,6 ; pour **Strasbourg**, de 2h35m,5 à 3h55m,4 ; pour **Toulouse**, de 2h19m,8 à 5h0m,7). — **Lumière zodiacale** le matin, avant l'aube, à l'Est, en l'absence de la Lune.

(Heures données en **Temps universel** ; tenir compte des modifications introduites par l'heure en usage).

G. FOURNIER.

Pour voir les couleurs des signaux

On sait que l'œil normal n'est pas également sensible à toutes les longueurs d'onde du spectre visible ; il est particulièrement adapté à voir le jaune et le vert, beaucoup moins le rouge foncé et le violet. En outre, il est peu d'hommes qui n'aient quelques petits défauts de vision des couleurs et certains restent insensibles à d'assez larges bandes spectrales, les daltoniens par exemple.

La signalisation lumineuse utilise des plages colorées, notamment les rouges et les vertes ; les rouges commandent généralement l'arrêt. Les rues, les routes, les voies ferrées, les véhicules, les trains sont marqués de disques diversement teintés et on a choisi peu à peu des verres particulièrement transparents à certaines couleurs pour augmenter l'intensité et la spécificité des signaux.

En mer, la nuit, la position et la direction des bateaux, des entrées de ports, des dangers de la côte sont marquées par des feux blancs, rouges et verts permettant de reconnaître la position, la droite et la gauche (tribord et babord). L'aviation a adopté les mêmes moyens pour les vols et les atterrissages de nuit.

La nette visibilité et la distinction des couleurs des signaux lumineux ont une telle importance pour la sécurité collective que depuis longtemps on soumet à un examen ophtalmologique éliminatoire préalable tous les candidats à certaines écoles et à certaines professions, par exemple les élèves se présentant à l'examen d'entrée à l'École Navale, ou les jeunes se proposant pour devenir mécaniciens de chemin de fer. Des tests divers, certains très ingénieux, ont été imaginés pour cette discrimination.

La multiplication des transports sur route, le nombre toujours croissant des conducteurs d'automobiles ne permet guère de leur imposer une semblable sélection. Le permis de conduire est accordé après un sommaire examen technique ; il n'est retiré qu'après accident, quand celui-ci a des causes physiologiques ou pathologiques : défauts de la vue, troubles réflexes, alcoolisme, maladies nerveuses ou mentales, etc. De ce fait, certains automobilistes se trouvent souvent en défaut devant des signaux de couleur ; ils les franchissent à contretemps, au risque de contravention, ou ils embouteillent un carrefour faute de reconnaître le signal de libre passage.

Les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* viennent de publier une note de M. Pierre Bouteloup, intitulée « Lunettes et écrans antidaltoniens », qui semble apporter un remède élégant à cette difficulté. M. Bouteloup propose d'interposer entre l'œil du conducteur et l'appareil de signalisation un écran vert et un écran rouge. On pourra les monter en forme de lunettes à trois plages horizontales, rouge, incolore et verte, ou encore sous forme d'une bande tricolore fixée au pare-brise. La plage incolore médiane donne la vision normale, non corrigée, des feux colorés ; à travers l'écran rouge supérieur, le feu rouge s'exalte, le feu vert s'éteint ; à travers l'écran vert inférieur, c'est l'inverse, le rouge s'éteint et le vert s'exalte. Pour le daltonien ou le déficient en une des couleurs, à défaut de vision colorée, il reste une sensation d'intensité lumineuse différente. Les contrastes sont d'autant plus marqués que les couleurs des écrans sont plus voisines spectralement de celles des feux.

Il suffira donc de regarder successivement un signal à travers chacune des bandes colorées pour reconnaître sa couleur par son éclairement. Pour s'habituer à cette transposition, on pourra zébrer la bande rouge de quelques traits noirs horizontaux, signal routier d'arrêt, et la bande verte de quelques flèches verticales montantes, signal de passage libre.

C'est peut-être là un moyen très simple de diminuer le nombre des causes d'accidents sur route.

R. M.

LES LIVRES NOUVEAUX

Conceptions scientifiques, morales et sociales, par Albert Einstein. 1 vol. 13×19, 316 p. Flammarion, Paris, 1952.

Rien n'est sans intérêt dans ces textes traduits par Maurice Solovine ; nous n'en retiendrons ici que les idées scientifiques. Notre conception de l'univers est devenue inséparable des deux grandes constructions théoriques du siècle : la relativité générale, et la théorie des quanta épanouie dans la mécanique ondulatoire. Or ces deux grandes théories sont en fait demeurées étrangères, elles semblent même s'opposer fondamentalement. La mécanique ondulatoire aboutit à de curieux paradoxes, comme de faire dépendre l'état d'un système mécanique à un moment donné d'une mesure effectuée en dehors de ce système un moment plus tard. Pour Einstein, la fonction d'onde n'est pas une description complète. Il ne peut se résigner à l'emploi exclusif de la description statistique, ni renoncer à l'espoir de voir le déterminisme se réinstaller dans la physique microscopique. Les quanta font encore une place au temps absolu et à l'énergie potentielle, également inadmissibles du point de vue relativiste. Pour en sortir, il faut renoncer à fonder la théorie sur les forces d'interaction des points matériels et bâtir, comme l'a fait la relativité, sur les lois du champ. Einstein et Rosen ont tenté de montrer que les équations du champ admettent des solutions qui peuvent être interprétées comme définissant des corpuscules ; c'est dans cette voie qu'il faut poursuivre l'unification de la physique, malgré d'énormes complications mathématiques.

Introduction à la physique atomique, par Otto Oldenberg. Trad. de l'anglais par Ch. Lafitte. 1 vol. 16×24, 468 p., nombreuses fig. Librairie polytechnique Ch. Béranger, Paris et Liège, 1951.

Dans ce livre destiné aux étudiants, le professeur à l'Université de Harvard s'est efforcé de souligner constamment les relations entre la théorie et les faits d'expérience, et par là de faire appel à la compréhension plutôt qu'à ce qu'il appelle « l'esprit d'autorité ». Les développements mathématiques, quand ils sont indispensables, sont relégués dans les appendices. Les chapitres sont suivis d'énoncés de problèmes, s'enchaînant de façon à guider l'étudiant. Les matières sont ordonnées comme suit : structure de la matière révélée par la chimie ; structure de l'électricité ; structure de la lumière ; structure électronique des atomes ; structure nucléaire ; nature ondulatoire de la matière. La solution des problèmes est donnée à la fin de l'ouvrage.

L'astronomie nouvelle, par Pierre Rousseau. 1 vol. 12×18, 358 p., 52 fig. Arthème Fayard, Paris, 1953. Prix : 700 F.

Malgré ses calculs longs et laborieux abandonnés aux spécialistes, l'astronomie classique était à la portée de toutes les imaginations. Mettant à profit toutes les ressources de la physique nouvelle, l'astrophysique d'aujourd'hui réclame une information plus étendue : les images que nous pouvons nous faire de l'Univers se réfèrent maintenant à la relativité générale et à la mécanique ondulatoire. La tâche de vulgariser les progrès de l'astronomie devient donc de plus en plus difficile ; on admire comme M. Pierre Rousseau excelle à les évoquer de façon suggestive. Les chapitres consacrés à l'étude des ondes qui nous viennent des profondeurs de l'espace, révélant de mystérieuses « radio-étoiles », à l'architecture des galaxies, aux frontières de l'espace, sont particulièrement bien venus.

La nature de l'Univers, par Fred Hoyle. 1 vol. 12×19, 133 p. Presses Universitaires de France, Paris, 1952. Prix : 360 F.

Empruntant certains éléments à son collègue M. Lyttleton, l'astronome de Cambridge soutient des idées hardies et nouvelles sur l'origine du système solaire et sur l'évolution de l'univers. Le soleil ne se refroidit pas mais se réchauffe et il grillera tôt ou tard ses planètes. La traversée de nuages d'hydrogène explique les réchauffements supplémentaires que révèle la géologie. La terre ne vient pas de la matière solaire, mais d'une étoile super-géante, qui était « compagnon » du soleil et a jadis fait explosion. Les galaxies nous fuient et sortent peu à peu de notre univers. Mais la matière ne se raréfie pas, car de l'hydrogène naît constamment d'un espace qui, décidément, a bien horreur d'un excès de vide ! Ainsi l'univers est éternellement rajeuni et la question de son commencement ne se pose plus. Tout cela paraît bien surprenant mais s'appuie sur une science certaine. Et l'on admire l'ingéniosité de l'auteur, comme son talent d'exposition.

L'origine de la Terre, par W. M. Smart. 1 vol. in-8°, 236 p., 14 photos, 6 tableaux, 42 fig. Payot, Paris, 1952. Prix : 900 F.

Ce livre destiné à un large public, écrit dans un style alerte et familier qui est celui des grands vulgarisateurs anglo-saxons, présente l'histoire des cosmogonies du système solaire et donne tous les éléments nécessaires à la compréhension des arguments, anciens ou récents. Pour le professeur à l'Université de Glasgow, tous les principaux corps du système solaire ne peuvent avoir une origine étrangère à celui-ci ; mais des captures à l'intérieur même du système expliquent les mouvements rétrogrades. Procédés d'évaluation de l'âge des roches et de la Terre, histoire de la Lune et ralentissement du mouvement de la Terre par les marées, sont l'objet d'intéressants développements. Le livre se termine par l'examen des principales hypothèses modernes sur l'évolution de l'univers.

La glace et les glaciers, par V. Romanovsky et André Cailleux. 1 vol. de la collection Que sais-je ? 119 p., 20 fig. Presses Universitaires de France, Paris, 1953.

L'évolution de la surface du globe est entièrement conditionnée par le cycle de l'eau qui, à l'état solide comme dans ses autres états, présente des propriétés extraordinaires que l'on commence à s'expliquer. L'eau terrestre agit surtout à l'état liquide et de vapeur, mais le rôle de l'eau solide est loin d'être négligeable ;

Le gérant : F. Dunod. — Dunod, Éditeur, Paris. — Dépôt légal : 3e trimestre 1953, N° 2466. — Imprimé en France.
Barnéoud Frères et Cie, imprimeurs, (310566), Laval, N° 2786. — 8-1953.

il donne lieu à une foule de phénomènes particuliers dont ce livre présente un bon résumé.

Les roches, par André Cailleux. 1 vol. de la collection Que sais-je ? 128 p., 15 fig., 29 tableaux. Presses Universitaires de France, Paris, 1952.

Nature, procédés d'étude et d'identification des minéraux des roches ; roches magmatiques, sédimentaires, métamorphiques ; âge et répartition ; propriétés physiques ; transformations et altérations ; érosion, ablation ; applications pratiques ; tels sont les chapitres de ce petit livre très clair où un vaste sujet, très résumé, est pourtant traité en tenant compte des plus récentes acquisitions.

Les roches éruptives, par Charles Pomarol et Robert Foulet. 1 vol. de la collection Que sais-je ? 120 p., 22 fig., 5 tableaux. P. U. F., Paris, 1952.

L'un géologue, l'autre géographe, les auteurs ont résumé ici l'essentiel de ce qu'il faut connaître sur les roches magmatiques pour aborder l'étude de la géologie et de la géographie physique. Quelques données pratiques guident le géologue débutant. L'origine des roches éruptives et leur mode de décomposition font l'objet des deux derniers chapitres.

Les hommes fossiles, éléments de paléontologie humaine, par Marcellin Boule et Henri-V. Valois. 4e édition. 1 vol. 16 × 25, 583 p., 299 fig. Masson, Paris, 1952. Prix : 3 800 F ; cartonné toile : 4 400 F.

Le célèbre ouvrage de Marcellin Boule, dont la première édition parut en 1921, poursuit sa carrière malgré la mort de son auteur. En 1946, M. H. Valois, directeur du Musée de l'Homme et de l'Institut de paléontologie humaine, s'était chargé de mettre au point la 3e édition. Depuis, l'abondance comme l'importance des découvertes ont été telles qu'une 4e édition complètement refondue était devenue nécessaire. M. Valois y a apporté tous ses soins et, si des chapitres entiers ont été bouleversés, les qualités du livre sont restées les mêmes : clarté, rigueur scientifique, présentation impeccable. Trois faits ont accéléré les progrès de l'archéologie préhistorique : l'intensification des recherches en de nouvelles régions, principalement en Afrique australe ; l'abondance des nouvelles découvertes de restes humains et préhumains ; l'introduction de nouvelles méthodes d'analyse des documents, notamment par le dosage du fluor et du carbone radioactif. Nous voyons ainsi se résoudre enfin « l'irritante énigme de Piltdown » : le crâne et la mâchoire sont bien du même individu ; dès le Chelléen, il existait des êtres dont le crâne était semblable au nôtre. Plus importantes encore sont les trouvailles faites en Afrique du Sud. Le passé de l'Homme s'éclaire peu à peu, des hypothèses plus plausibles se substituent aux conjectures fondées sur des documents trop rares. Ce livre résume le tout dernier état de la question.

Pulp and Paper Manufacture. Vol. I. *Preparation and treatment of wood pulp*, par J. N. Stephenson. 1 vol. 15 × 22,5, 1043 p., ill. rel. McGraw-Hill, New-York et Londres, 1952. Prix : 72 sh 6 d.

Ce livre est le premier tome d'une série de quatre volumes consacrés à la fabrication des papiers. Il traite spécialement de la composition, de la structure et de la fabrication des pâtes de bois : mécanique, au bisulfite, à la soude, etc. Les opérations et l'appareillage sont décrits dans tous leurs détails et en tenant compte des tout derniers perfectionnements de ces fabrications. Chaque chapitre est rédigé par un spécialiste.

Les techniciens de la fabrication du papier trouveront dans cet ouvrage une documentation à jour et très complète sur cette industrie.

Vol. II. *Preparation of stock for Paper making*, par J. N. Stephenson. 1 vol. 15 × 22,5, 587 p., ill., rel. McGraw-Hill, New-York et Londres, 1952. Prix : 53 sh. 6 d.

Les chapitres de ce deuxième tome sont comme dans le précédent rédigés par des spécialistes. Ils traitent de la préparation des pâtes des diverses fibres utilisées en papeterie : chiffons, linters, chanvre, lin, paille, bagasse, alfa, bambou, etc., de la récupération et du désencrage des vieux papiers. Les chapitres suivants traitent de la préparation et du raffinage des pâtes, des charges minérales, du collage et de la coloration des papiers.

L'ouvrage tient compte des derniers perfectionnements techniques survenus en papeterie. Une bibliographie sélectionnée permet aux techniciens de se reporter à la documentation originale.

L'électricité dans l'automobile, par A. Soulier. 1 vol. in-16, 204 p., 70 fig., pl. Garnier, Paris, 1953. Prix : 490 F.

Les applications de l'électricité sur les voitures automobiles se développent sans cesse. On estime que 40 pour 100 des pannes des véhicules peuvent être attribuées à l'équipement électrique. Ce petit ouvrage décrit les divers organes électriques des voitures actuelles ; il signale leurs défaillances possibles et les moyens d'y remédier. Des schémas de l'équipement de quelques types de voitures éclairent le texte.

Moteurs Diesel, par J. Poubeaux. 1 vol. in-8°, 72 p., 150 fig. Dunod, Paris, 1952. Prix : 380 F.

Deuxième de la série « Technique automobile », ce volume est la suite du premier consacré au moteur à essence. Il décrit en détail les principaux types de moteurs utilisés, en donne une abondante illustration et est à jour des plus récentes nouveautés. C'est un excellent guide pour les garagistes et les usagers curieux de connaître leur moteur ; il sera également bien accueilli dans l'Enseignement technique.

Géographie économique des industries mécaniques, par M. Chalvet. 1 vol. in-8°, 201 p., 38 fig. Revue d'Optique, Paris, 1953. Prix : 1 200 F.

Étude de la répartition mondiale des industries mécaniques, appuyée par des graphiques, des cartes et des statistiques. Elle met en valeur le prodigieux développement de ces activités en certaines régions. C'est là une question de toute première importance pour tous ceux qui ont souci de l'évolution économique et sociale actuelle.

L'enregistrement magnétique, par P. Hémardinquer. 1 vol. in-8°, 155 p., 67 fig. Ed. Imp-Tech, Limoges, 1952.

A l'enregistrement sonore sur cire est venu s'ajouter l'enregistrement magnétique sur fil et sur bande. L'auteur explique son principe, ses réalisations, ses avantages et ses difficultés et il développe les raisons qui on font un concurrent menaçant pour les autres techniques ; il présente les plus récents procédés qui prennent à l'étranger une extension considérable en raison de leurs qualités d'acoustique et de la multiplicité de leurs applications.

Les détersifs en pharmacie, par W. Kopaczewski. 1 vol. in-8°, 164 p., 10 fig. Masson, Paris, 1953.

Les détersifs dispersent, mouillent, moussent, provoquent la flottation, etc. Il en est de naturels bien connus : saponines, résinates, savons, et de synthétiques, plus nombreux et plus récents. Chacun a ses caractéristiques, peut agir sur l'équilibre colloïdal et la perméabilité des cellules vivantes. La pharmacie doit les utiliser, non seulement pour le nettoyage de la verrerie et des instruments, mais pour les gels, crèmes, pommades, antiseptiques, etc. L'auteur qui a déjà publié un volume sur leurs propriétés attire ici l'attention sur toutes les applications qu'on en pourrait tirer d'après les résultats des recherches déjà accomplies.

Pétroles naturel et artificiels, par J. J. Chariot. 3e édition refondue. 1 vol. in-16, 224 p., 17 fig. Collection Armand Colin, Paris, 1952. Prix : 260 F.

Peu d'industries évoluent aussi vite que celle des pétroles, si bien que l'auteur a revu texte, tableaux, cartes pour mettre à jour cet exposé très complet et très précis. Il indique la composition des huiles, les gisements, la prospection, l'exploitation qui s'étend jusqu'à 6 000 m de profondeur et sous la mer, l'emmagasinage et les transports, le raffinage, les divers produits qu'on sépare ou prépare, les statistiques récentes, enfin les produits artificiels, de remplacement, puisque les réserves de la précieuse huile ne sont pas inépuisables...

Pétrole, transport et distribution, par G. Darig, J. Pasqualini, P. Leniep, L. de la Chapelle. 1 vol. 13 × 21, 296 p. Presses Documentaires, Paris, 1952. Prix : 1 550 F.

L'emploi des combustibles liquides comporte ses servitudes : les opérations de transport, de manutention et de stockage de ces produits exigent un outillage et une technique spécialisés. Le présent volume traite de ces opérations et de leurs problèmes. Destiné à l'enseignement spécialisé des industries du pétrole du Centre technique d'enseignement ouvrier, il sera également utile aux techniciens, aux ingénieurs et aux chimistes.

La soudure à l'arc industrielle, par A. Lescarts. 1 vol. in-8°, 90 p., fig. Desforges, Paris, 1953. Prix : 600 F.

Cet ouvrage contient les renseignements nécessaires pour choisir, acheter et utiliser avec le meilleur rendement les appareils de soudure à l'arc et les électrodes existant sur le marché.

La pratique des magnétophones, par P. Hémardinquer. 1 vol. in-8°, 172 p., fig. Chiron, Paris, 1952. Prix : 870 F.

Les magnétophones ou machines d'enregistrement et de reproduction à fil et à ruban sont utilisés par milliers. Leurs applications s'étendent chaque jour ; ils sont adoptés pour la dictée, la radiodiffusion, la sonorisation des films, etc. Ce manuel pratique très complet instruira spécialistes et curieux.

Le bois, par J. Campredon. 1 vol. in-8°, 169 p., 26 fig., 2 pl. Dunod, Paris, 1953. Prix : 880 F.

Au cours de ces dernières années, les techniques d'emploi du bois comme matériau de construction ont été complètement renouvelées par de récentes méthodes de calcul, d'assemblage, de collage, et surtout par l'apparition de produits nouveaux résultant de l'association du bois aux matières plastiques : contre-plaqués, bois imprégnés, panneaux de fibres, agglomérés, bois moulés, etc. Ces nouveaux matériaux peuvent être mis en forme et sont doués de propriétés fort intéressantes. L'auteur en expose les possibilités d'application et l'avenir très prometteur.

Pour comprendre la chimie organique, par E. Cattelain. 1 vol. in-16, 334 p., 36 fig. Doin, Paris, 1953. Prix : 690 F.

Initiation un peu élémentaire et sommaire à une branche de plus en plus complexe de la chimie moderne. Après neuf leçons de généralités sur l'analyse élémentaire, les radicaux, les fonctions, les méthodes de transformation des corps organiques, quinze autres traitent des divers groupes des corps les plus usuels, de leur préparation, de leurs propriétés, de leurs utilisations.

Méthodes et réactions de l'analyse organique, par M. Pesez et P. Poller. Tome II : *Méthodes de caractérisation*. 1 vol. 16 × 25, 278 p., 7 pl. Masson, Paris, 1953. Prix : 2 700 F.

Les perfectionnements des méthodes de détermination des structures permettent des progrès spectaculaires de la synthèse organique. Depuis une vingtaine d'années, de nombreux réactifs nouveaux ont été proposés aux chimistes et ont permis l'identification puis la synthèse d'une foule de corps : vitamines, hormones, etc. Les auteurs ont groupé les méthodes de caractérisation selon les réactions utilisées ; des tables de constantes suivent les modes opératoires, les substances de référence sont commodément classées dans l'échelle des points de fusion ou d'ébullition ; sept planches de microphotographies de dérivés cristallisés illustrent les sept chapitres du volume.

Par la masse d'informations qu'il réunit, sa place s'impose dans tous les laboratoires. L'ouvrage sera prochainement complété par un troisième tome consacré à l'étude des réactions colorées et des réactions de fluorescence appliquées à l'analyse organique.

Manuel pratique de préparations organiques avec de petites quantités de matières, par H. Lieb et W. Schöniger. 1 vol. 15 × 22, 181 p., 51 fig. Masson, Paris, 1953. Prix : 1 350 F.

Dans la première partie, cet ouvrage expose les microméthodes générales de préparation, d'isolement, de purification et d'identification de petites quantités de produits organiques ; il décrit l'appareillage nécessaire, dont de nombreux éléments peuvent être confectionnés au laboratoire. La deuxième partie décrit la préparation de plus d'une centaine de corps et, pour la plupart, les réactions caractéristiques de leurs fonctions, notamment par les stillréactions. Ce manuel est rédigé par un groupe de spécialistes et l'un des auteurs est membre de la commission des microméthodes de l'Université de Graz. On ne saurait trop insister sur l'intérêt de ces techniques, d'une part pour remédier à la pénurie de certains produits et à leur prix élevé, d'autre part, parce que dans

beaucoup de domaines, on ne peut opérer que sur de petites quantités de matières.

L'appareillage chimique aux États-Unis. 1 vol. 15 × 24, 244 p., 54 fig. Publications de l'O.E.C.E. Dépôt : Presses Universitaires de France, Paris, 1952. Prix : 1 000 F.

Ce rapport de la mission d'assistance technique n° 23, rédigé par un groupe d'experts européens, débute par un chapitre consacré à l'ingénieur du génie chimique, à sa formation et au rôle de premier plan qu'il joue dans l'industrie chimique moderne ; il étudie ensuite les entreprises de construction d'appareillage et leur normalisation. Une série de rapports techniques, sur les sujets qui ont paru les plus intéressants aux experts européens, donnent une vue générale pleine d'enseignements sur les industries chimiques des États-Unis.

Journées d'étude sur les peintures et vernis dans la lutte contre le feu. 1 vol. in-4°, 308 p., fig. Dunod, Paris, 1952. Prix : 3 000 F.

Après les incendies des paquebots *Georges Philippar* et *Atlantique*, on se soucia en France des dangers de propagation du feu dus aux peintures et vernis et le Laboratoire du feu de Bellevue créa un grand four expérimental et chercha des méthodes d'essais. Bientôt le Ministère de la Marine marchandie prescrivit officiellement les épreuves destinées à juger de la température et de la vitesse de propagation de l'inflammation. Depuis, la multiplication des formules de peintures, les progrès de l'ignifugation des matériaux ont déplacé le problème, si bien qu'une réunion internationale s'est tenue à Paris pour discuter des techniques d'essais en vue de leur normalisation, connaître les produits nouveaux proposés comme ignifuges et les techniques d'application, examiner les possibilités de législation nouvelle et de sécurité accrue. Organisées sous les auspices de la Fédération d'associations de techniciens des industries des peintures, vernis, émaux et encres d'imprimerie de l'Europe continentale, ces journées d'études ont groupé les spécialistes de 15 pays différents, apportant leurs études, discutant leurs points de vue et aboutissant à une revue complète des résultats déjà acquis et des recherches à poursuivre. Ce volume de comptes rendus traduit cette mise au point.

Automation, par J. Diebold. 1 vol. in-8°, 181 p. Van Nostrand, New-York et Londres, 1952. Prix : relié, 3 dollars.

« Automation » est un mot nouveau qui couvre l'ensemble des moyens de rendre automatiques les techniques et la production. L'ouvrage en décrit les possibilités et les limites ; partant d'exemples déjà réalisés, il discute les incidences sur les prix, le chômage, l'amélioration du mode de vie et des loisirs. La manière dont sera intégrée la production automatique affectera toute la vie économique et sociale.

Il faut donc prendre conscience des problèmes qui seront posés dans un proche avenir par les machines révolutionnaires de l'ère électronique.

Travail mécanique des tôles, par J. Nappée. 1 vol. in-8°, 473 p., 495 fig. Béranger, Paris, 1952. Prix : relié, 4 500 F.

Cette deuxième édition mise à jour et augmentée traite de l'emboutissage, du recuit, du façonnage, de l'étamerie, de l'émaillerie, de la décoration des tôles. Rédigé par un spécialiste, l'ouvrage fournit nombre de données pratiques qu'on ne trouve pas ailleurs. Le chapitre sur l'émaillerie est à signaler spécialement.

Crystal Growth, par H. E. Buckley. 1 vol. 15 × 22, xii-571 p. John Wiley et Sons, New-York. Chapman et Hall, Londres, 1952. Prix : relié, 9 dollars.

Premier ouvrage de langue anglaise traitant entièrement des aspects théoriques et pratiques de la croissance des cristaux. L'auteur qui étudie depuis vingt-cinq ans les cristaux, après un exposé sur les solutions, la solubilité et l'hypersolubilité, traite successivement de la préparation artificielle des cristaux, des théories de la cristallisation (de Curie à Stransky et Kossel), des cristaux idéaux et réels, de l'influence des impuretés. Illustrations très nombreuses.

PETITES ANNONCES

(165 F la ligne, taxes comprises. Supplément de 100 F pour domiciliation aux bureaux de la revue).

A CÉDER : Microscope Stiassnie TP2, platine mobile, oculaire 4-9, objectifs 3-5-8 1/15, ultra-microscope ;
Four à porcelaine Hupper, fil platine, four de rechange, 15 flacons poudre ;
Presse hydraulique Robur 60 t.
Écrire : CHARTIER, chirurgien-dentiste, 30, avenue Gabriel-Péri, Antony (Seine).

A VENDRE lecteur microfilms : lector (Huet) type J. S'adresser : B. I. S., 57, rue Cuvier, Paris (5e). Tél. Port-Royal 36-25.

CÈDE brevet français n° 942 193 — G. SCARPA — pour système d'isolement des enroulements de moteurs, générateurs et transformateurs électriques pour les rendre résistants aux hautes températures et insensibles à l'humidité.

Pour tous renseignements, s'adresser à F. BISETTI, Ingénieur-Conseil, 5, rue Pizay, Lyon.

PARQUEZ VOS BÊTES, PROTÉGEZ VOS CULTURES AVEC
LA CLÔTURE ÉLECTRIQUE
CLOSELEC
30 RUE St-AUGUSTIN - PARIS-2e

SALON DE L'AUTOMOBILE 1953

LE
" NUMÉRO SPÉCIAL "
DE
LA VIE AUTOMOBILE
REVUE MENSUELLE ILLUSTRÉE

PARAITRA
FIN SEPTEMBRE

RÉDACTEUR EN CHEF : CH. FAROUX

VOUS Y TROUVEREZ
DES ARTICLES DE FONDS TRAITANT DES DERNIERS PERFECTIONNEMENTS ET DES TENDANCES NOUVELLES.
LA DESCRIPTION DES PRINCIPAUX CHASSIS EXPOSÉS.
DES COMPTES RENDUS D'ESSAIS EFFECTUÉS SUR ROUTE.
DES CONSEILS PRATIQUES AUX USAGERS

RETENEZ-LE DÈS MAINTENANT

FRANCE ET U. F. : **250 F** — *ETRANGER :* **350 F**

92, RUE BONAPARTE — ÉDITEUR, PARIS-VIe
DUNOD

LA
PHOTOÉLECTRICITÉ
ET SES
APPLICATIONS

PAR

V. K. ZWORYKIN
Directeur du département des recherches électroniques
Vice-Président et ingénieur-conseil à la R.C.A.

E. G. RAMBERG
Physicien chargé de recherches à la division des recherches en laboratoire de la R.C.A. à Princeton (N.J.)

TRADUIT PAR
H. ABERDAM
Ancien élève de l'École Polytechnique.

Ce livre, traduit par un ingénieur spécialiste très qualifié de l'électronique, de la photographie et de la physique, sera un instrument utile entre les mains des ingénieurs et techniciens des industries de l'électronique, des étudiants des grandes écoles, et de tous les utilisateurs des applications de la photoélectricité.

XII-464 p. 16 × 25, avec 389 fig. Relié toile . . . . 4250 F

En vente dans toutes les bonnes librairies et chez
92, rue Bonaparte — Éditeur, Paris-VIe.
DUNOD

Le gérant : F. Dunod. — DUNOD, ÉDITEUR, PARIS. — DÉPÔT LÉGAL : 3e TRIMESTRE 1953, N° 2466. — IMPRIMÉ EN FRANCE.
BARNÉOUD FRÈRES ET Cie, IMPRIMEURS, (310566), LAVAL, N° 2786. — 8-1953.